ISSN 0376—47

中華農業研究

第四十六卷　　第四期

目　次

苗齡對番茄穴盤苗生育與早期
產量之影響 ……………………………邱輝龍　張武男　林深林　范明仁…305

利用 RAPD 分子標誌估測番椒屬種原
歧異性之研究 ……………………………………王昭月　范明仁　羅舜芳…314

叢枝菌根菌對柑橘生長之效應 ……………………程永雄　莊明富　許淑麗…324

臺灣農作物上之葉蟎種類 …………………………何琦琛　羅幹成　陳文華…333

臺灣薊馬之種類(4) ………………………………………………………王清玲…347

臺灣嚙蟲目（昆蟲綱）名錄 ……………………………………………周樑鎰…377

一種樹豆新害蟲—Arytaina yangi（半翅目：
木蝨總科：木蝨科）(英文)…………………………方尚仁　張秀惠　施錫彬…383

噴霧屏蔽行進中性能之模擬 ………………………蔡致榮　H. Erdal Ozkan…388

中華民國八十六年十二月
臺灣省農業試驗所出版
中華民國 臺灣省 臺中縣 霧峰鄉

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(4)：305～313（1997）

苗齡對番茄穴盤苗生育與早期產量之影響[1]

邱輝龍[2]　張武男[3]　林深林[3]　范明仁[2]

摘要：cv. 臺中亞蔬四號、cv. 農友301及 cv. 農友202，三供試品種育於128格穴格內6週以上，其幼苗之生長皆明顯受到抑制，定植後回復生長能力亦較差，第一花序著生節位提高，始花日數亦延後。定植初期 cv. 農友202幼苗恢復生長能力較差，一週後即超越其他二品種。cv. 臺中亞蔬四號第一花序著生節位較其他二品種高，始花期則較晚，早期產量亦較低。雖然三供試品種8及10週苗之根系生長可能受到限制，然其定植後回復生長能力一個月即與4及6週苗無差異，且早期產量亦較高，顯示苗株仍適合定植。因此若遇天候不良，可將幼苗暫時留置在穴盤上，俟氣候適合時再定植。

關鍵詞：穴盤育苗、苗齡、番茄、定植後回復生長能力、早期產量。

前　言

穴盤育苗爲農業自動化重要的一環，經過多年研究及推廣，自九〇年起本省多種蔬菜栽培已改用穴盤苗定植(5,9)。定植時穴盤苗的品質直接影響苗株的成活率、早期產量與總產量或／及果實大小。影響穴盤苗品質的因子有苗期的水分、養分、溫度及光照管理、移植前的健化處理、穴格大小及貯運操作等；此外，苗齡亦是影響幼苗品質的重要因子之一。許多蔬菜作物如甘藍(20)、結球白菜(21)、花椰菜(20,38)、青花菜(20,23)、洋葱(4,8,11)、西瓜(34)、夏南瓜(28)、茄子(16)、甜椒(26,35)及番茄(3,7,24,25,36)等已有報告指出苗齡對幼苗生育及幼苗定植後生長、成熟期及產量的影響，依不同物種（species）、品種（cultivar）及栽培環境而有不同的表現。

由於移植栽培常因田間天候不適而延後，育苗穴盤因穴格容積有限，是以增加苗齡對苗株定植後生育的影響甚巨，亦將影響收益。番茄是本省重要的蔬菜作物之一，其栽培品種及栽培環境與國外大不相同，本試驗即在探討穴盤育苗中，苗齡對本省三個鮮食大果番茄品種，cv. 臺中亞蔬四號、cv. 農友301及 cv. 農友202，生育與成熟期的影響，期能提供建立本省穴盤育苗技術之參考。

材料與方法

試驗採用 cv. 臺中亞蔬四號、cv. 農友301及 cv. 農友202三個番茄品種。參試種子先經催芽3天後，於1993年10月7日起播於充填 BVB No.4 介質之128格穴盤（54×28×4.5公分，每格容積20毫升），並每隔二週播種一次，計得10、8、6及4週苗。試驗採完全逢機設計（completely random design, CRD），計3品種，4苗齡，每品種每一苗齡育苗四盤（4重複），共48盤。播種後，俟子葉完全展開，本葉初露時開始施肥。肥料使用花寶二號（N-P-K＝20-20-20）稀釋1,000倍，每週二次，苗株生長至四片葉後肥料濃度提高至600倍。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1915 號。文中部份資料爲第一作者碩士論文的一部份。
2. 本所作物種原室助理及研究員兼主任。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 國立中興大學園藝系教授及講師。臺灣省　臺中市。

所有處理苗株於1993年12月 2 日定植，同時每一重複選取 5 株幼苗調查株高、節間數、葉數、葉面積、地上部乾重與根乾重等園藝性狀。苗株定植於填滿 BVB No.4 介質、容積爲1.4公升的黑色軟盆，然後置於網室。採完全逢機設計，計 3 品種， 4 、 6 、 8 及10週苗等 4 種苗齡， 4 重複，以調查品種及苗齡對苗株定植後初期生育之影響。生育期間每週施用花寶二號稀釋400倍一次，病蟲害防治視需要實施。幼苗於定植後第 8 、17、28及35天分別調查苗株之生育性狀，並計算苗株定植後之平均相對生長速率（mean relative growth rate, MRGR），平均相對生長速率依 MRGR＝（$\ln W_2 - \ln W_1$）／（$T_2 - T_1$）式子運算，其中 W_2，W_1 表示在 T_2，T_1 時採樣時的重量[2,21]。

田間試驗於1993年12月 4 日定植在臺中縣大里市，前期作爲水稻之試驗地。採複因子逢機完全區集設計（random completely block design, RCBD），計有 4 、 6 、 8 及10週等 4 種苗齡， 3 品種 4 重複。行株距爲70×45公分，小區面積 6 m^2。採單幹整枝栽培，每株第一朵花序摘除，留 5 個花序後即行去頂，田間栽培管理按一般法實施，果實於一點紅時採收。試驗期間調查始花期、始花著生節位及早期產量等性狀。每小區調查10株，以探討品種及苗齡對番茄早期產量的影響。

所有調查數據均利用 SAS 套裝軟體（SAS Institute, Cary, NC）中之 PROC GLM（General Linear Model Procedure）進行變方分析（α＝0.05）[33]，檢定品種與苗齡的主效應（main effect）及品種與苗齡的交感效應（interaction）。若效應顯著，則進一步以 Fisher's LSD 進行品種與苗齡間平均值的比較。

結果與討論

一、定植時苗株之生育特性

調查三個番茄品種定植時不同苗齡對幼苗園藝性狀的影響結果列於表一。除品種與苗齡間交感效應僅在幼苗株高及葉數呈顯著外，在其餘性狀皆呈不顯著。在品種效應上，僅 cv. 臺中亞蔬四號節間數（4.6節）顯著低於其他二品種之4.9節外，其餘之葉面積與乾重等性狀，品種間並無顯著差異。苗齡對所有調查性狀造成顯著差異，且都以10週苗最高， 4 週苗最低。

表 1. 定植時番茄品種與苗齡對苗株園藝性狀之影響

Table 1. Influence of cultivar and age on the characteristics of tomato seedling at transplanting.

	株高 (cm)	節間數 (No.)	葉數 (No.)	葉面積 (cm^2/plant)	地上部乾重 (mg)	根乾重 (mg)
品種						
臺中亞蔬四號	26.9	4.6b	4.9	31.7	0.46	0.05
農友301	27.2	4.9a	4.8	32.9	0.46	0.05
農友202	26.2	4.9a	4.7	29.1	0.44	0.05
LSD（5%）	ns[z]	0.3	ns	ns	ns	ns
苗齡						
4 週	8.9d[y]	1.0d	2.0d	15.0d	0.05d	0.01d
6 週	25.0c	4.0c	4.2c	31.6c	0.30c	0.04c
8 週	33.4b	6.3b	6.2b	36.5b	0.59b	0.07b
10週	39.7a	7.8a	6.8a	41.9a	0.87a	0.09a
LSD（5%）	1.1	0.3	0.3	4.3	0.05	0.01
品種×苗齡	*	ns	*	ns	ns	ns

[z] ns, * Nonsignificant or significant F test at $p \leq 0.05$, respectively.
[y] Means followed by a common letter in same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD.

不同苗齡之植株因品種特性或生長、分化的結果，常具有不同的外觀形態。本試驗幼苗葉面積對苗齡的反應並不隨品種之不同而不同，苗齡間則呈顯著差異，以10週苗的葉面積最大，4週苗者最小。Cooper (1959) [14]指出番茄植株在15片葉範圍內，其成熟葉長隨葉數的增加而急速增加。雖然本試驗各品種葉數對苗齡的反應不同，但均以10週苗者最多，4週苗者最少，而番茄葉面積與葉片長有極高的相關性，因此10週苗有最大的葉面積，此結果與樓及加藤 (1989) [7]、Weston and Zandstra (1989) [36]、Leskovar 等 (1991) [24]與程及陸 (1993) [3]以番茄苗，Weston (1989) [35]用甜椒苗，NeSmith (1993a) [28]在夏南瓜苗的試驗指出苗齡較大之幼苗有較大葉面積結果相同。

苗齡對幼苗株高與葉數之影響隨品種的不同而有不同的表現（表二）。幼苗株高方面，三供試品種均以4週苗與6週苗間之增加量最大，但 cv. 臺中亞蔬四號 6 週與 8 週間及 8 週與10週間的增加量均較 cv. 農友301與 cv. 農友202者高。幼苗葉數方面，cv. 臺中亞蔬四號及 cv. 農友202二品種幼苗葉數10週苗與 8 週苗者無差異，分別爲6.9與6.8及6.4與6.0片葉，而 cv. 農友301不同苗齡間苗株葉數則均呈顯著差異，至10週苗時已達 7 片葉以上。

表 2. 定植時苗齡對番茄苗株園藝性狀之影響

Table 2. Influence of age on the characteristics of tomato seedling at transplanting.

苗 齡	臺中亞蔬四號		農友301		農友202	
	株高 (cm)	葉數 (No.)	株高 (cm)	葉數 (No.)	株高 (cm)	葉數 (No.)
4 週	8.4d[z]	2.0c	9.5d	2.1d	9.0d	2.0c
6 週	24.1c	4.1b	26.8c	4.4c	24.1c	4.3b
8 週	33.4b	6.8a	33.8b	5.7b	32.9b	6.0a
10週	41.6a	6.9a	38.7a	7.1a	38.8a	6.4a
LSD (5%)	2.1	0.2	2.1	0.7	1.8	0.6

[z] Means followed by a common letter in same column are not significantly different at $p \leq 0.05$ by LSD.

品種及苗齡交感效應對幼苗株高有顯著差異是由於 cv. 臺中亞蔬四號 8 週苗與10週苗間的增加量大於另二品種之 8 週苗與10週苗間的增加量，及 cv. 農友301 6 週苗的增加量大於另二品種者所形成。又株高是由節間數與節間長所構成，所以節間數相同之幼苗其株高大小應由節間長所決定，而穴盤因穴格容積及位置固定，較大的幼苗間容易產生光線競爭作用，可能造成幼苗節間拉長。本試驗結果顯示，三品種 4 週以上的幼苗間可能已產生競爭作用，且 cv. 臺中亞蔬四號 8 週苗及10週苗間之競爭作用較二品種大。程及陸 (1989) [3]、宋 (1993) [1]、Weston (1988) [35]、Weston and Zandstra (1989) [36]、Lamont (1992) [23]與 Herison 等 (1993) [17]的試驗亦指出老齡苗株高較幼齡苗者高，不同品種之洋葱、番茄苗株株高亦有不同。

二、定植後苗株之生育特性

(一)定植後苗株之平均相對生長速率

調查幼苗定植後第 0～8、8～17、17～28及28～35天植株之平均相對生長速率列如表三指出，cv. 臺中亞蔬四號及 cv. 農友301定植後第 0～8 及 8～17天之平均相對生長速率比定植後第17～28及28～35天者高，cv. 農友202則在定植後第 8～17天有最高的平均相對生長速率，定植後第17～28及28～35天者次之，定植後第 0～8 天者最低。品種間 cv. 農友202定植後35天內之平均相對生長速率 (0.97mg/g/day) 顯著高於 cv. 農友301的0.91mg/g/day 及 cv. 臺中亞蔬四號的0.92mg/g/day。

一般而言，幼苗活力強者，其定植後回復生長能力也快(14,24,27)。Cooper (1967) (14)指出幼苗活力 (seedling vigor) 可以利用苗株在特定環境下定植後，生長一段時間所增加的重量表示，並建議以相對生長速率來評估。本試驗幼苗定植後第 0 ～ 8 天，以 cv. 臺中亞蔬四號之平均相對生長速率最高，定植後第 8 ～17天則以 cv. 農友202者最高，但到了定植後第17～28天品種間即差異不顯著，調查期間 (第 0 ～35天) 之平均相對生長速率也以 cv. 農友202最高。此結果顯示，雖然 cv. 農友202幼苗活力比其他二品種低，然其後續之生長潛勢則較其他二品種高。

苗齡間，定植後第 0 ～ 8 、 8 ～17及17～28天植株之平均相對生長速率均以10週苗最低，4 週苗者最高，且達顯著水準。各苗齡苗定植後第17～28天之平均相對生長速率無顯著差異。6 週苗定植後第 0 ～ 8 天之平均相對生長速率比 8 週苗者高，以後則差異不顯著。調查期間 (第 0 ～35天) 之平均相對生長速率仍以 4 週苗之1.4mg/g/day 最高，10週苗之0.7mg/g/day 最低， 8 週苗則與10週苗無差異。

表 3. 番茄品種與苗齡對苗株定植後平均相對生長速率之影響

Table 3. Influence of variety and age on mean relative growth rate (MRGR[z]) after transplanting.

Unit：mg/g/day

	定植後天數				
	0 ～ 8	8 ～17	17～28	28～35	0 ～35
品種					
臺中亞蔬四號	1.07a[y]	1.05b	0.81	0.76	0.92b
農友301	0.94ab	1.10b	0.85	0.72	0.91b
農友202	0.76b	1.30a	0.88	0.92	0.97a
LSD (5 %)	0.19	0.17	ns	ns	0.04
苗齡					
4 週	1.84a	1.72a	1.18a	0.83	1.40a
6 週	0.95b	1.10b	0.75b	0.78	0.89b
8 週	0.52c	0.95bc	0.73b	0.72	0.74c
10週	0.40c	0.82c	0.73b	0.86	0.70c
LSD (5 %)	0.22	0.20	0.16	ns	0.04
品種×苗齡	ns[x]	ns	*	ns	ns

[z] MRGR was determined by the equation MRGR= $(\ln W_2-\ln W_1)/T_2-T_1$. W_2, W_1 represent plant dry weight at T_2 and T_1.
[y] Means followed by a cmmon letter in same column are not significantly different at $p\leqq0.05$ by LSD.
[x] ns, * Nonsignificant or significant F test at $p\leqq0.05$, respectively.

Leskovar 等 (1991) (24)指出在每格31cm^{3}穴格培育之 3 週及 4 週番茄苗定植後第一週之平均相對生長速率比 5 及 6 週苗者高，這可能是由於老齡苗比幼齡苗遭受水分、養分逆境的時間較久，導致苗株品質下降，定植後平均相對生長速率因而較低。樓及加藤 (1993) (7)指出茄子與番茄老齡苗莖內碳水化合物含量較幼齡苗多，氮含量則相反，推測老齡苗趨於老化，體內的碳水化合物產生累積，而幼齡苗體內含氮量高，表示新陳代謝旺盛活力較高。本試驗亦有相似的結果，苗齡間仍以 4 週苗之平均相對生長速率最高，定植後第28～35天，雖以10週苗最高，然苗齡間差異不顯著。顯示 8 週及10週苗因生長受到限制故其活力較 4 及 6 週苗者低，但各

苗齡苗於定植後一個月內其回復生長能力已無差異。

(二)定植後苗株之生殖生長特性

定植後植株之平均始花日數不受品種與苗齡的影響(表四)，植株平均約在定植後41.8天開花，隨苗齡增加，始花日期提早。10週苗於定植後第38.6天開花，8週苗41.8天，6週苗43.1天，4週苗最晚開花約需43.6天，10週苗比4週苗約早5天開花。

而植株之第一花序著生節位則顯著受苗齡與品種影響（表四）。番茄三品種中以 cv. 臺中亞蔬四號的12.1節最高，cv. 農友301（11.6節）其次，cv. 農友202（11.4節）最低。不同苗齡的植株第一花序著生節位有顯著差異，10週苗有最高的第一花序著生節位（14.3節），4週苗最低，僅9.8節。

表 4. 番茄品種與苗齡對苗株定植後生育與早期產量之影響

Table 4. Influence of variety and seedling age on flower initiation and early yield of tomato.

	始花日數 (day)	始花著生節位數 (No.)	始收果數 (No.)	早期產量[z] (g/10plants)
品種				
臺中亞蔬四號	42.6	12.1a[x]	5.3b	504.7b(100.0%)
農友301	42.0	11.6ab	5.0b	521.9b(103.4%)
農友202	40.8	11.4b	9.1a	760.9a(150.8%)
LSD（5%）	ns[y]	0.7	2.4	230.6
苗齡				
4週	43.6	9.8	3.8b	331.3(100.0%)
6週	43.2	10.5	3.2b	339.6(102.5%)
8週	41.8	12.1	5.5b	483.3(145.9%)
10週	38.6	14.3	13.3a	1,229.2(371.0%)
LSD（5%）or Significance	ns	quadratic	2.8	quadratic
品種×苗齡	ns	ns	ns	ns

[z] Transplanted on 4th Dec. 1993 ; Harvested at 109 days after transplanted.
[y] ns, Nonsignificant at $p \leqq 0.05$.
[x] Means followed by a common letter in same column are not significantly different at $p \leqq 0.05$ by LSD.

通常番茄幼苗在第2～3片本葉展開時苗株已進入第8～9片葉的分化期，並開始分化花芽形成第一朵花序。依品種、苗期環境及營養條件之不同，在第6～15片本葉展開時都可能綻放花朵[6]。而決定番茄第一朵花序著生節位最敏感的時間在其子葉展開後約10天內或更久一些（依品種而定）[12,15]，溫度、光線（光強度及光週期）、CO_2濃度、養分、土壤水分及去葉等皆會影響番茄第一朵著生節位[10,11,12,13,15,31,37]。低溫及高光強度可有效降低苗株之第一花序著生節位[12,13,19]，降低土壤水分含量及施用高 N-P-K 比例的肥料亦能達到降低始花序著生節位的目的[15]。

而番茄的早熟性（earliness）主要是由始花著生節位數（the number of leaves preceding the first inflorescence, NLPI）及始花日數（days from seeding to first anthesis, DSFA）等兩個因子所決定，NLPI 可視爲葉片創始速率（rate of leaf initiation, RLI）與始花序創始時間（time to initiation of the first inflorescence, TIFI）兩過程的共同結果，相同的 RLI 未必有相同的 NLPI；而始花日數除受 TIFI 影響外，也受花器發育之速率所

影響。NLPI 與 DSFA 有極高的相關性（r=0.94），並可用 NLPI 來判斷番茄的早熟性[18]。

本試驗定植後之苗株其始花序著生節位數品種間呈顯著差異，以 cv. 臺中亞蔬四號的12.1節最高，cv. 農友202者最低，苗齡間則呈現二次反應，以10週苗之14.3節最高，4 週苗之9.8節最低。苗株之始花期，品種及苗齡間均無差異，cv. 臺中亞蔬四號之始花期均較 cv. 農友301及 cv. 農友202者晚 1～2 天，苗齡間則以10週苗者最早，4 及 6 週苗者最晚。若將各苗齡之始花日數從播種日算起，則 4 週苗的 DSFA 爲71.6天，6 週苗爲85.2天，8 週苗97.8天，10週苗最長爲108.6天。然後比對各品種各苗齡相對應之 NLPI，可知其 NLPI 與 DSFA 呈正相關，且除 4 週苗及 6 週苗外，供試品種的 8 週苗與10週苗之 NLPI 與 DSFA 均有偏高的趨勢，顯示根群生長受到限制的苗株其 NLPI 與始花日數有提高與延後的現象，此結果與 Ruff 等（1987）[32]及 Peterson 等（1991a）[30]以 cv. Better Bush 番茄爲材料的試驗結果相同。

品種及苗齡顯著影響番茄之早期產量（定植後109天採收）（表四）。品種間以 cv. 臺中亞蔬四號的504.7g/小區（10株）最低，cv. 農友301比 cv. 臺中亞蔬四號增加3.4%，cv. 農友202則增加50.8%，若從單果重來看，則以 cv. 農友301者最重，每果平均約104.4g，cv. 臺中亞蔬四號者次之，cv. 農友202者最輕，每果平均約83.6g，此結果大致符合各品種之特性。苗齡間則以 4 週苗的早期產量最低，爲331.3g/小區，6 週苗比 4 週苗增加2.5%，8 週苗增加45.9%，10週苗的早期產量則比 4 週苗者增加約3.7倍。而單果重則以 6 週苗者最重，10週苗者次之，4 及 8 週苗的單果重無差異。Weston and Zandstra（1989）[36]指出 cv. Pik-red 番茄培育於 TODD 100A（18.8ml）穴盤之 5 週苗，其早期產量（最初 2 週採收之產量）較 3 及 6 週苗者高，Leskovar 等（1991）[24]亦指出於春季培育在容積31ml 穴格之 5 週番茄苗其早期產量（定植後89天採收）較 4 及 6 週苗者高。雖然本試驗 8 及10週苗根群生長受到限制，然其始花期均較 4 及 6 週苗者早，果數亦較多，因而有較高的早期產量。

本省番茄栽培慣採 4～5 週苗定植，綜合本試驗之結果可知，雖然三品種老齡苗（8 週苗與10週苗）之根系生長可能受阻，然其定植後恢復生長能力一個月內即與適齡苗（4 週苗與 6 週苗）者無差異，且其平均始花日數及早期產量亦較適齡苗者早及高，顯示老齡苗尚未老化，因此若遇天候不佳，建議可將苗株暫時留置於穴盤上，俟氣候適合時再行定植，或利用此特性調節本省番茄栽培制度與產期。

引用文獻

1. 宋元林。1993。茄子秧苗的數種素質與產量相關性的研究。北方園藝(總93)：33—36。
2. 許福星。1977。作物生長分析及其應用。科學農業25(11—12)：334—341。
3. 程智慧、陸幗一。1989。番茄電熱線育苗苗齡研究。中國蔬菜 2：12—14。
4. 程新珺。1994。育苗穴格容積和苗齡對洋葱苗株品質與早熟性的影響。國立中興大學碩士論文。119頁。
5. 黃泮宮。1992。園藝作物穴盤育苗生產技術。作物生產改進研討會專輯。國立中興大學農學院編印。163—190頁。
6. 齋藤隆。1983。番茄。蔬菜生物生理學基礎第 2 章。北京農業大學編譯。農業出版社。北京。99—222頁。
7. 樓會寧、加藤徹。1993。苗齡對茄苗內源激素、苗質量及生產力的影響。園藝學報20(3)：257—260。
8. 劉福隆。1993。穴格大小與苗齡對洋葱 F_1 Hybrid *Granex* 429品種生育及產量之影響。國立中興大學碩士論文。91頁。
9. 賴森雄。1993。臺灣的番茄生產概況。臺灣蔬菜產業演進四十年專輯。臺灣省農業試驗所編印。277—292頁。
10. Aung, L. H. and W. C. Kelly. 1966. Influence of defoliation on vegetative, floral and fruit development

in tomatoes (*Lycopersicon esculentum* Mill.) . Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 89 : 563—570.

11. Aung, L. H. 1976. Effects of photoperiod and temperature on vegetative and reproductive response of *Lycopersicon esculentum* Mill. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 101(4) : 358—360.
12. Calvert, A. 1957. Effect of the early environment on the development of flowering tomato. I. Temperature. J. Hort. Sci. 32 : 9—17. (c.f. Dieleman, J. A. and E. Heuvelink, 1992) .
13. Calvert, A. 1959. Effect of the early environment on the development of flowering tomato. II. Light and temperature interactions. J. Hort. Sci. 34 : 154—162.
14. Cooper, C. S. 1967. Relative growth of alfalfa and birdsfoot trefoil seedling under low light intensity. Crop Sci. 7(3) : 176—178.
15. Dieleman, J. A. and E. Heuvelink. 1992. Factors affecting the number of leaves preceding the first inflorescence in the tomato. J. Hort. Sci. 67(1) : 1—10.
16. Harmon, R., L. A. Weston, and R. T. Jones. 1991. Effect of root cell size and transplant age on yield of transplanted eggplant. HortSci. 26(6) : 689 (abstr) .
17. Herison, Cauter, J. G. Masabni, and B. H. Zandstra. 1993. Increasing seedling density, age, and nitrogen fertilization increases onion yield. HortSci. 28(1) : 23—25.
18. Honma, S., S. H. Wittwer, and S. C. Phatak. 1963. Flowering and earliness in the tomato-Inheritance of associated characteristics. J. Hered. 54 : 212—218.
19. Hussey, G. 1963. Growth and development in the young tomato. I. The effect of temperature and light intensity on growth of the shoot apex and leaf primordia. J. Expt. Bot. 14(41) : 316—325.
20. Jones, R. T., L. A. Weston, and R. Harmon. 1991. Effect of root cell size and transplant age on cole crop yield. HortSci. 26(6) : 688. (abstr) .
21. Koller, H. R. 1971. Analysis of growth within distinct strata of the soybean community. Crop Sci. 11(3) : 400—402.
22. Kratky, B. A., J. K. Wang, and K. Kubojiri. 1982. Effects of container size, transplant age, and plant spacing on Chinese Cabbage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 107(2) : 345—347.
23. Lamont, W. J. 1992. Transplant age has little effect on broccoli head weight and diameter. HortSci. 27 (7) : 848.
24. Leskovar, D. I., D. J. Cantliffe, and P. J. Stoffella. 1991. Growth and yield of tomato plants in response to age of transplants. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 116(3) : 416—420.
25. Liptay, A. 1987. Field survival and establishment of tomato transplants of various age and size. Acta Hort. 200 : 203—209.
26. McCraw, B. D. and J. K. Greig. 1986. Effect of transplant age and pruning procedure on yield and fruit-set of bell peper. HortSci. 21(3) : 430—431.
27. Mckee, J. M. T. 1981. Physiological aspects of transplating vegetables and other crops. I. Factors which influence re-establishment. Horticulatural abstracts 51(5) : 265—272.
28. NeSmith, D. S. 1993a. Transplant age influences summer squash growth and yield. HortSci. 28(6) : 618—620.
29. NeSmith, D. S. 1993b. Influence of root restriction on two cultivars of summer squash (*Cucurbita Pepo* L.) . J. Pl. Nut. 16(3) : 421—431.
30. Peterson, T. A., M. D. Reinsel, and D. T. Krizek. 1991a. Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill., cv. ' Better Bush') plant response to root restriction. I. Alteration of plant morphology. J. Exp. Bot. 42(243) : 1233—1240.
31. Phatak, S. C., S. H. Wittwer, and F. G. Teubner. 1965. Top and root temperature effects on tomato flowering. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 88 : 527—531.
32. Ruff, M. S., D. T. Krizek, R. M. Mirecki, and D. W. Inouye. 1987. Restricted root zone volume : influence

on growth and development of tomato. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 112(5) : 763—769.

33. SAS. 1988. SAS/STAT user's guide. Release 6.03. SAS Institute, Cary, N.C., USA.

34. Vavrina, C. S., S. Olson, and J. A. Cornell. 1993. Watermelon transplant age : influence on fruit yield. HortSci. 28(8) : 789—790.

35. Weston, A. L. 1988. Effect of flat cell size, transplant age, and production site on growth and yield of pepper transplants. HortSci. 23(4) : 709—711.

36. Weston, L. A. and B. H. Zandstra. 1989. Transplant age and N and P nutrition effects on growth and yield of tomatoes. HortSci. 24(1) : 88—90.

37. Wittwer, S. H. 1963. Photoperiod and flowering in the tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) . Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 83 : 687—694.

38. Wurr, E. C., E. F. Cox, and J. R. Fellows. 1986. The influence of transplant age and nutrient feeding regime on cauliflower growth and maturity. J. Hort. Sci. 61(4) : 503—508.

Influence of Seedling Age on Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Plant Growth and Early Yield[1]

Huei-Lung Chiu[2], Woo-Nang Chang[3], Shin-Lin Lin[3] and Ming-Jen Fan[2]

Summary

Greenhouse and field experiments were conducted to study the influence of seedling ages (4、6、8 and 10 weeks) on growth and early yield of fresh-market tomato. Seedlings of age more than 6 weeks showed slower growth and recovery after transplanting (RAT), higher first node of infloresceneс (FNI), and later days to flowering (DTF) in all three cultivars. The RAT of cv. Known You 202 was the worst at transplanting and the best after one week. Besides, cv. Known You 301 and cv. Known You 202 were better than cv. AVG#4 on FNI, DTF, and early yield. Although older seedlings (over 8 weeks) existed root restriction, there were higher early yield and difference on RAT among other younger seedlings within one month after transplanting. It is recommended that seedlings hold in plug tray over 6 weeks were still favorable.

Key Words: Plug system, Seedling age, Tomato, Recovery, Early yield.

1. Contribution No. 1915 from Taiwan Agricultural Research Institute. Part of this paper is of the Master Thesis of the first author.
2. Respectively, Research Assistant and Senior Agronomist, Laboratory of Crop Genetic Resources, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor and Lecturer, National Chung Hsing University, Taichung City, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(4)：314～323（1997）

利用 RAPD 分子標誌估測番椒屬種原遺傳歧異性之研究[1]

王昭月　范明仁　羅舜芳[2]

摘要：本試驗以蒐集之番椒屬（*Capsicum*）44個種原，含5個馴化栽培種（*C. annuum*，*C. baccatun*，*C. chinense*，*C. frutescens*，*C. pubescens*）與3個野生種（*C. chacoense*，*C. praetermissum*，*C. eximiun*），探討利用逢機增殖多型性 DNA（RAPD）標誌，進行「種」的鑑別與遺傳歧異性之研究。試驗結果，以 UBC327，UBC346，UBC457，UBC483，UBC484，等五個逢機引子，經聚合酵素連鎖反應（PCR），其 RAPD 產物具有明顯的多型性表現，可用以區別5個馴化栽培種。將上述所有多型性的 DNA 片段一併進行 Neighbour Joining method 群集分析，結果44個品系可分成六群：第一群有7品系，主要為 *C. chinense*；第二群有7品系，含 *C. praetermissum*、*C. eximium* 與 *C. pubescens*；第三群有3品系，主要為 *C. chacoense*；第四群包含所有的 *C. baccatum*；第五群主要包含所有的 *C. frutescens*；第六群則主要包含全部之 *C. annuum*。試驗結果顯示利用 RAPD 標誌之分析，可與「種」為基礎之分類吻合。

關鍵詞：逢機增殖多型性 DNA、遺傳歧異性、番椒。

前　言

植物育種專利（Plant Breeding Right, PBR）推行以來，除積極保障育種研究人員在優良品種選育上的成果外，對於有用遺傳資源的引種或品種鑑定，亦已日益凸顯重要性。但傳統上利用植株形態分類，有時仍無法達到完全區分品種的目的，而且往往要種植至成株始可進行性狀判別。鑑於此，國際種子檢查協會 ISTA（International Seed Testin Association）已利用生化電泳分析，達到快速、正確檢測品種的目的，其中酵素電泳分析或 RFLP（Restriction Fragment Length Polymophism）均已正式被利用，成為種原鑑定工具[7]。但以 RFLP 進行品種鑑定雖具有高度的正確性及信賴度，唯試驗操作上技術性高且繁瑣，其中還包含使用放射性標誌之危險性，同時在人力與物力投資花費均甚高[15]。而利用酵素電泳分析（如 isozyme），能提供作遺傳標誌的基因座數目較有限，且酵素表現易受栽培環境影響，故自1990年代 Welsh [16]及 William [17]等人提出操作簡單的 RAPD 技術，而後短短六～七年間已有水稻[10]、十字花科蔬菜[6,7]、根莖類作物[4]及桃[3]等多數作物種原鑑別，或特定基因分析研究報告提出。以分子層次的種原鑑定可深入探討種原親緣關係及遺傳背景，獲得遺傳連鎖圖等相關資料，提供育種材料更詳盡之評估，與具有提昇育種效益功能。此外，藉由基因層次之種原歧性分析（genetic diversity），可以評估不同來源地方種原之遺傳差異性[4,14]

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1916 號。
2. 本所作物種原室助理研究員、研究員兼主任及約僱技術員。臺灣省　臺灣縣　霧峰鄉。

，反應其蘊含之遺傳資源豐富與否，提供研究人員進行引種材料選擇時，有更詳細之背景參考資料，促進未來利用之效益。

番椒（pepper, paprika chili, chile）是茄科（Solanaceae）番椒屬（*Capsicum*）一或多年生蔬菜，原產於中、南美洲（如：玻利維亞、巴西、巴拉圭等，爲其起源的核心地帶）[5]，據 FAO 1993年調查，全世界有1,224,000公頃的栽培面積，其中亞洲地區就占56.5%，因此也是亞洲重要經濟蔬菜之一。番椒果實依辣味有無可分爲二類：有辣味類（pungent），俗稱爲辣椒（hot pepper, chile pepper, chili pepper）；無辣味類（nonpungent）俗稱甜椒（bell, sweet pepper）。番椒屬內花色、果型歧異性很大，故早期「種」的分類很紊亂。曾以花色分成二大群：紫花、白花群；也有依果型特徵或一、多年生栽培習性而分類的。至目前較廣爲接受的番椒分類，係 McLood 等人（1983）依據植物形態及酵素電泳分析（isozyme electrophoresis）參考歸納的結果[8]，可歸納爲20～30個野生種及 5 個馴化栽培種，其中五個馴化栽培種爲：*C. annuum*（包含全部甜椒品種及大部分辣椒商業品種：New Mexican，Jalapeno，Bell 等）；*C. chinense* Jacqin（辣椒，Habaneros），*C. frutescens* L.（辣椒，Tabascos），*C. baccatum* L.（辣椒，Ajis），及 *C. pubeseens* Ruiz & Pavon，（辣椒，Roctos）。此五個馴化種皆爲人類重要經濟栽培種，前三種更幾乎囊括了全球性主要的經濟栽培品種。五個馴化種中除了 *C. pubescens* 有黑色種子，*C. baccatum* 花冠基部有散漫黃斑，較易辨認外；其餘 *C. annuum*、*C. chinense* 及 *C. frutenscens* 三者則不容易自植株花器或果實特性加以分類，必須以染色體鏡檢，或進行雜交親合力檢定等方式，才能清楚的鑑別不同馴化種。[5,11,12,13]

本省位於番椒主產區的亞洲地帶，故亞洲蔬菜研究發展中心（Asian Vegetable Research & Development Center, AVRDC）多年來針對此一重要蔬菜，積極自世界各地進行種原蒐集與保存，目前該中心內番椒種原已近6,000品系，引種地區包含78個國家，並以五個馴化栽培種爲主。而我國爲因應未來國際間種原保育與利用上之重要性，特於1993年在臺灣省農業試驗所內成立國家作物種原中心，負責本省之作物種原之蒐集與保存，對番椒此一重要蔬菜作物已逐年進行備份保存，目前入庫之番椒種原已達1,000品系以上。本研究目的即自其中取得部分代表性種原，期以快速有效的 RAPD 分析方式，評估種原歧異性，並藉由分子標誌之篩選，利用於「種」的分類與特性鑑別，以達到更詳盡之種原鑑別與種原資料之建立，俾對於新蒐集或引進種原之評估有所助益，提高作物遺傳資源之應用。

材料與方法

一、植物材料

取自亞洲蔬菜研究發展中心蒐集番椒屬44個品係，來源包括來自：玻利維亞、墨西哥、巴西，和哥斯達黎加等14個國家（表1），包括 *C. annuum*、*C. baccatum*、*C. chinense*、*C. frutescens* 及 *C. pubescens* 等五個經濟栽培之馴化種；以及三個野生種：*C. chacoense*、*C. praetermissum*、*C. eximium*。

二、DNA 萃取

取植株嫩葉0.3公克放入1.5ml 已滅菌的小離心管，加入液態氮磨碎，後加入 500μl DNA 萃取緩衝液（2%(w/v) CTAB；100mM Tris-HCl，pH8.0；20 mM EDTA；1.4M NaCl；0.2%mg(v/v) β-mercaptoethenol），再放入60°C水浴30分鐘，輕輕混勻後加入500μl chloroform-isoamyl alcohol（24：1，v/v）再輕輕混勻。以20°C，14,000rpm 離心10分鐘（SIGMA 2K15，rotor 12145）。再取上清液加入300μl 之冰冷 isopropanol，混合均勻後放置在室溫下沉澱 1～2 小時（或−20°C，隔夜）。再於4°C，14,000rpm 離心10分鐘。小心倒掉上清液，再加入1ml 的 washing buffer

表 1. 進行 RAPD 分析之番椒種原基本資料

Table 1. Plant introduction passport data of *Capsicum* used for RAPD analysis.

Order number	P.I. no.	Species	Country of origin	Cultivar (name)
1	C03877	*C. annuum*	Mexico	Carizo
2	C04908	*C. annuum*	Honduras	
3	C02283	*C. annuum*	Mexico	
4	C04922	*C. annuum*	Guatemala	
5	C03865	*C. annuum*	Mexico	Habanero
6	C03862	*C. annuum*	Mexico	Dulce
7	C03866	*C. annuum*	Mexico	Dulce
8	C	*C. annuum*	USA	Yulo Wonder
9	C	*C. annuum*	USA	Ruby King
10	C	*C. annuum*	USA	California King
11	C	*C. annuum*	USA	California Wonder
12	C00302	*C. baccatum*	Peru	
13	C04165	*C. baccatum*	Brazil	Pimenta
14	C04167	*C. baccatum*	Brazil	Pimenta Wild
15	C00044	*C. baccatum*		
16	C04279	*C. baccatum*	Brazil	Pimenta Pitonga
17	C04170	*C. baccatum*	Brazil	
18	C04190	*C. baccatum*	Brazil	
19	C04326	*C. baccatum*	Brazil	
20	C04280	*C. baccatum*	Brazil	
21	C04281	*C. baccatum*	Brazil	
22	C00970	*C. chinense*	England	Habanero Rojo
23	C03870	*C. chinense*	Mexico	Habanero Rojo
24	C03879	*C. chinense*	Mexico	Habanero Amarillo
25	C03848	*C. chinense*	Belize	Habanero Rojo
26	C03873	*C. chinense*	Mexico	Habanero
27	C04701	*C. chinense*	Brazil	
28	C01367	*C. frutescens*	Costa Rica	Chile Dicantf
29	C01602	*C. frutescens*	Honduras	
30	C04847	*C. frutescens*	Costa Rica	
31	C01706	*C. frutescens*	El salvador	
32	C04843	*C. frutescens*	Costa Rica	
33	C04394	*C. chacoense*	Bolivia	
34	C01554	*C. chacoense*	England	
35	C00572	*C. chacoense*	Agentina	
36	C00850	*C. pubescens*	USA	
37	C01608	*C. pubescens*	Germany	
38	C04897	*C. pubescens*	Ecuador	
39	C00950	*C. praetermissum*	England	
40	C01329	*C. praetermissum*	England	
41	C01330	*C. praetermissum*	England	
42	C01426	*C. eximum*	England	
43	C00951	*C. eximum*	England	
44	C01331	*C. eximum*	England	

（76% ethanol（v/v）；10mM ammonium acetate）輕輕混勻後，再於4°C下以14,000rpm 離心10分鐘。再倒掉上清液，將沉澱的 DNA 置於無菌操作臺風乾。風乾的 DNA 溶於 50μl 的無菌水再加入 RNaseA（10μg/ml）在37°C下反應20分鐘。最後取 10μl 的 DNA 溶液，稀釋100倍並測定 OD 260nm 之讀值，及計算 DNA 含量濃度。

三、聚合酵素連鎖反應（Polymerase Chain Reaction，PCR）與電泳

將萃取得之 genomic DNA 先稀釋成 5ng/μl 放置在－20°C下，提供聚合酵素連鎖反應時，作爲模板 DNA（template DNA）。另外利用10個核甘酸序列的隨意引子300種（UBC RAPD primer set：100/4及100/5 200種；Operon KitA：AO、AP、AQ、AR、AS 100種），並由先前 PCR反應產物中篩選出多型性 DNA 片段明顯的引子 6 個[1]：UBC313，UBC327，UBC346，UBC441，UBC457，UBC484，進行聚合酵素連鎖反應。反應時採用 0.5ml 已滅菌的小離心管進行，反應液參考 Oard 及 Dronavalli（1992），反應總體積爲25μl，內含 1 U Taq polymerase（Promega）、1×PCR buffer（50 mMKCl；10mM Tris-HCl，pH9.0；0.1% Triton 100）、2.5mM $MgCl_2$、200 μM dNTP、0.2 μM primer 及 25ng template DNA。聚合酵素連鎖反應儀器爲 Perkin Elmer Cetus Thermal Cycler480，反應溫度條件設定如下：1 次（cycle）：94°C，3 分鐘→42°C，1 分鐘→72°C，1 分鐘；39次（cycles）：94°C，1 分鐘→42°C，1 分鐘→72°C，2 分鐘。反應完成時自動保存在4°C。

經聚合酵素連鎖反應而增殖之 DNA，取12μl 加入 6 倍的電泳緩衝液（6×loading buffer：0.25%bromophenol blue 及 xylene cyanol，40% w/v sucrose），以 2 %的 agarose 在 TAE buffer（40 mM Trisacetate，pH8.0；1 mMEDTA）中進行 DNA 電泳。電泳槽係採用 Cosmo 生產 Mupid-2，電壓設定100伏特，電泳時間約25分鐘，結束後置於0.5mg/ml 的 ethidium bromide 中染色 20—30分鐘，再置於 UV 光箱中，檢視 agarose 膠體上 DNA 多型性片段，並照相及貯存影像於 IS500 Digital Imaging System（Alpha Innotech Corporation）進行分析。

四、資料分析

群集分析是採用 Gel-Compar 軟體，計算兩品系間所有分析的 RAPD 條帶中相同條帶的比率。所有樣品兩兩分析後，以 Dice's 之 Neighbour Joining 法估算相似性程度[11]。RAPD 產物的 DNA 片段係以 φ174/HaeIII 作爲估算分子量。Dice's 相似性係數值的計算方式爲 $F=2nxy/nx+ny$。nx 及 ny 分別代表X及Y品系的所有多型性 DNA 片段，nxy 則表示X及Y品系間都共有的片段數（simple matching coefficient，Nei & Li 1979）。以上係於 Digital 個人電腦中以 Gel-Compar 軟體進行分析。

結　果

一、「種」鑑別之特定 RAPD 片段篩檢

逢機引子300種經由 PCR 反應產物中，篩選出多型性 DNA 片段表現明顯的引子 5 個（表 2）：UBC327，UBC346，UBC457，UBC483，UBC484，[1]，以此進行番椒屬44個種原之 RAPD 分所。結果以 UBC327（圖 1）、UBC346（圖 2）及UBC457（圖 3）三個引子進行之 PCR 反應，在 *C. annuum*，*C. baccatum* 及 *C. chinenese*，*C. frutescens*，*C. pubescens*，五個馴化種間，均可產生具辨識效用之多型 DNA 片段。以 UBC327 引子經 PCR 反應，所產生多型性 DNA 片段產物中，獲得 3 個可用於識別不同「種」的 DNA 片段（圖 1，表 3），其中2,749 bp 片段均存在於 *C. chinense* 種內；942*bp* 片段在 *C. baccatum* 及 *C. pubescens* 種內存在；420*bp* 片段只存在於 *C. annuum* 種內。由 UBC346 引子之反應產物中獲得 4 個多型性 DNA 片段：1,356bp 及 1,232bp 二片段可用於標誌（圖 2、表 3）；1,135bp 存在於 *C. chinense* 種內；1,021bp 則僅存在於 *C.*

frutescens 種內。由 UBC457 引子經 PCR 反應產物中，可獲得 3 個 RAPD 標誌片段，其中 564bp 片段僅在 *C. baccatum* 種內存在，420bp 僅存在 *C. chinense*；294bp 則僅存在 *C. annuum* 種內。（圖 3 、表 3）

表 2. 以 RAPD 爲番椒馴化種鑑別之引子

Table 2. Primers used for RAPD analysis and discrimination of *Capsicum*

Primer	Sequence
UBC327	5'ATACGGCGTC3'
UBC346	5'TAGGCGAACG3'
UBC441	5'CTGCGTTCTT3'
UBC457	5'CGACGCCCTG3'
UBC483	5'GCACTAAGAC3'
UBC484	5'CTGGCAAGGA3'

表 3. 以 RAPD 特定分子片段標誌番椒屬之不同馴化栽培種

Table 3. Screening RAPD markers within domesticated species of *Capsicum*.

Primer	Polymorphic DNA marker	*C. annuum*	*C. baccatum*	*C. chinense*	*C. frutescens*	*C. pubescen*
UBC327	2749 bp			+		
	942 bp		+			+
	420 bp	+				
UBC 346	1353 bp		+			
	1232 bp		+			
	1135 bp			+		
UBC 457	1021 bp				+	
	564 bp		+			
	420 bp			+		
	294 bp	+				

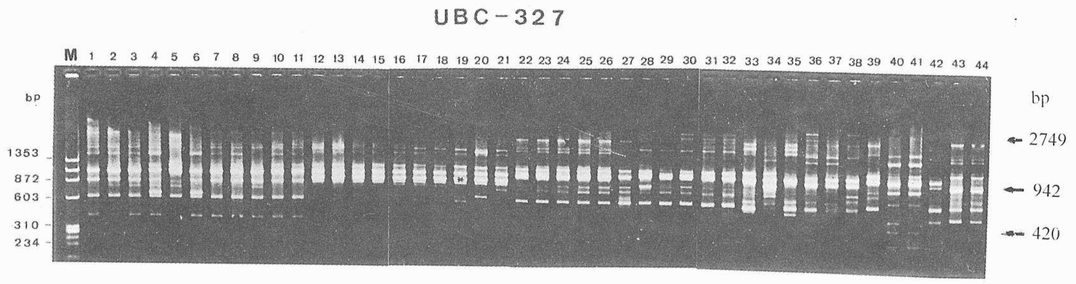

圖 1. 番椒屬44品系（如表 1），以 UBC 327 爲引子之 RAPD 圖譜

Fig. 1. RAPD profiles generated by primer UBC327 and resolved by 2.0%agarose gel. Numbers on top refer to the accessions listed in Table 1.

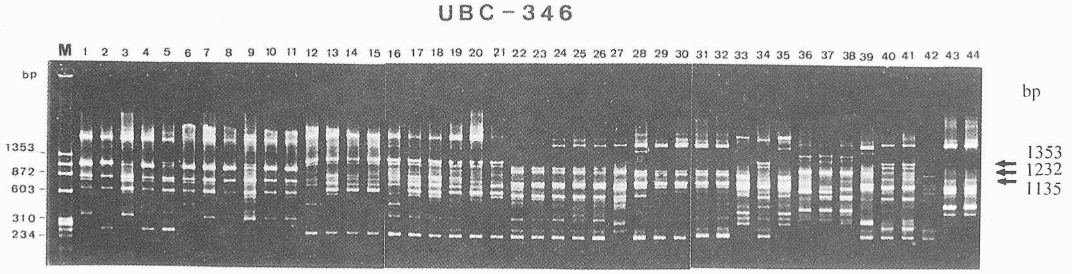

圖 2. 番椒屬44品系（如表 1），以 UBC 346 爲引子之 RAPD 圖譜

Fig. 2. RAPD profiles generated by primer UBC346 and resolved by 2.0%agarose gel. Numbers on top refer to the accessions listed in Table 1.

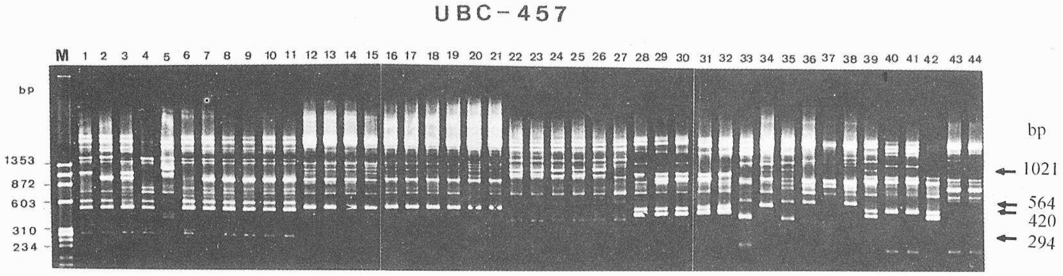

圖 3. 番椒屬44品系（如表 1），以 UBC 457 爲引子之 RAPD 圖譜

Fig. 3. RAPD profiles generated by primer UBC457 and resolved by 2.0%agarose gel. Numbers on top refer to the accessions listed in Table 1.

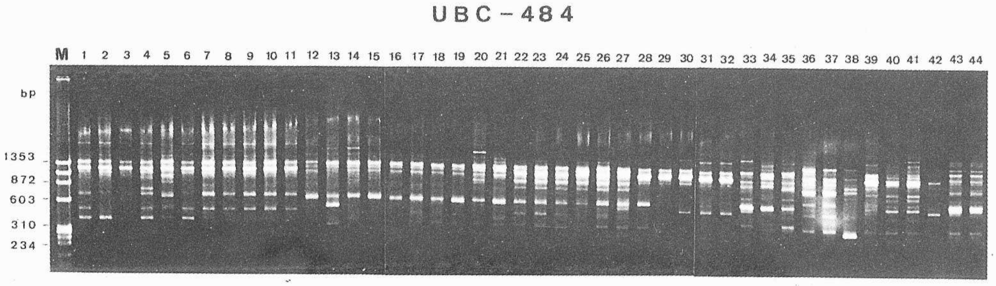

圖 4. 番椒屬44品系（如表 1），以 UBC 484 爲引子之 RAPD 圖譜

Fig. 4. RAPD profiles generated by primer UBC484 and resolved by 2.0%agarose gel. Numbers on top refer to the accessions listed in Table 1.

二、遺傳歧異性估測與 RAPD 分析

將 UBC327、UBC346、UBC457、UBC483 及 UBC484 五個引子，經 PCR 反應之所有 RAPD 多型性片段，以 Dice's 相似性係數進行 Neighbour Joining method 群集分析，再據以繪製44個品系間之群集樹狀圖，結果顯示44個品系主要可分成六群（圖 5）。第一群有 7 品系，主要爲 6 個 *C. chinense* 品系（C03865，C03879，C03848，C00970，C03870，C03873），及 *C. chacoense* 1 品系（C01554）。第二群有7 品系，含 *C. praetermissum*（C01329，C01330）、*C. eximium*（C0951

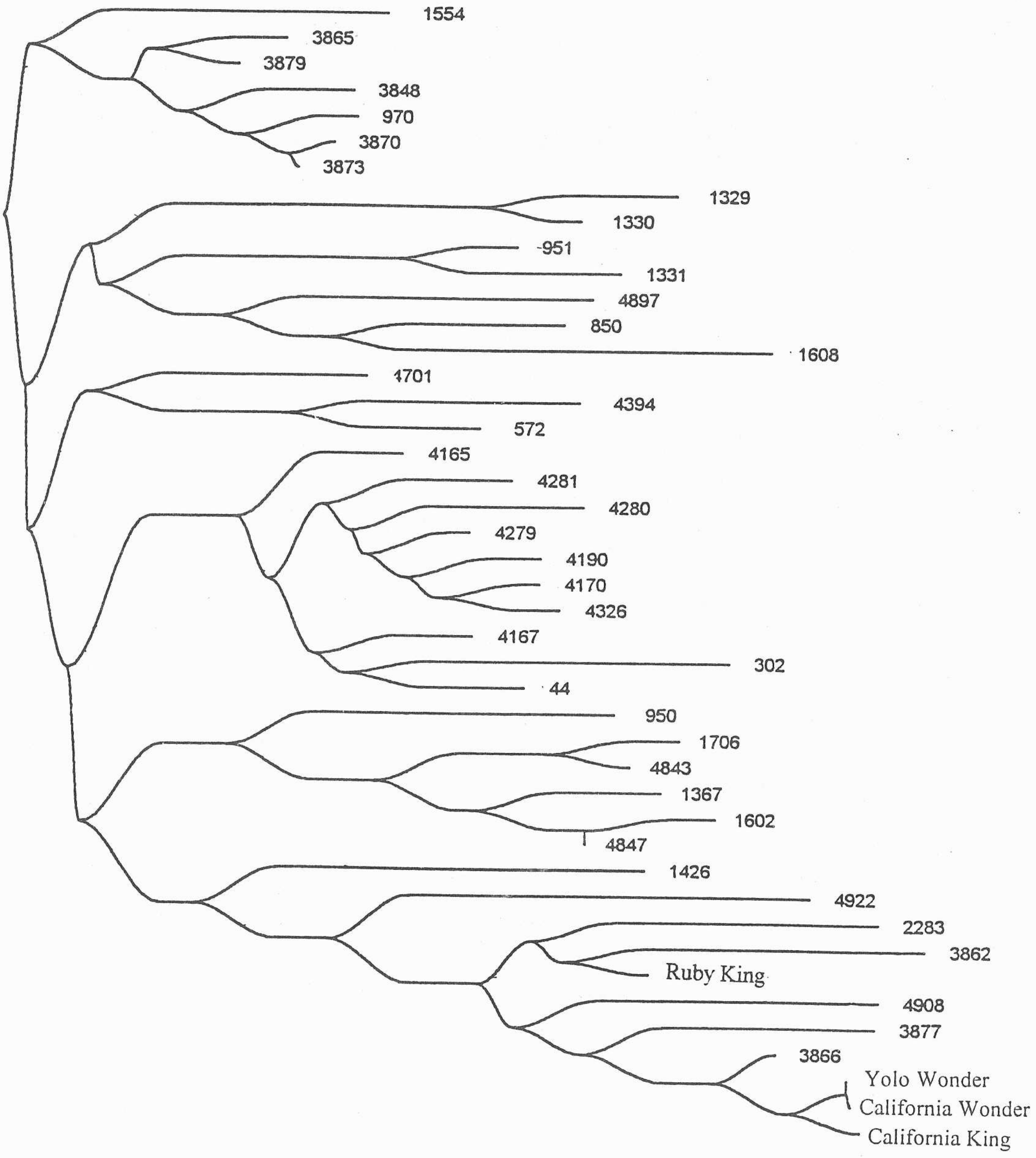

圖 5. 番椒屬44品系之 RAPD 圖譜，經 Dice' s 計算之 NJ 樹狀圖

Fig. 5. Dendrogram of 44 pe pper accessions, constructed by Neighbour Joining method based on Dice' s similarity coefficients.

，C01331）與 *C. pubescens*（C04897，C00850，C01608）。第三群有 3 品系，主要爲 *C. chacoense* 2 品系（C04394，C00572），及 *C. chinense* 1 品系（C04701）。第四群有10品系，包含所有的 *C. baccatum* 10品系（C04165，C04281，C04280，C04279，C04190，C04170，C04326，C04167，C00302，C00044）。第五群有 6 品系，主要包含所有的 *C. frutescens* 5 品系（C01706，C04843，C01367，C01602，C04847），及 *C. praeetermissum* 1 品系（C00950）。第六群有11品系，主要包含全部 *C. annuum* 10品系（C04922，C02283，C03862，Ruby King, C04908，C03877，C03866，Yulo Wonder, California Wonder, California King），及*C. eximium* 1 品系（C04922）。（圖 5）

討　論

本研究延續過去以 RAPD 分子標誌用於番椒品種鑑定所篩選獲得之引子，並擴展研究材料包含番椒屬內五個馴化栽培種及部份野生種原，結果發現，這些品系經進行 RAPD 分析，也會將屬於同一馴化種的品系集合成一群。而供試八個種中除 *C. annuum* 含有不帶辣味的樣品外，其餘皆爲辣椒，故 *C. annuum* 明顯有自成一群的情形，但其中甜椒類也有聚集趨勢，辣椒類亦然，此群集現象或許與果型大小及辣味表現具有相關性。故 RAPD 分析對於「種」的演化或分類，應爲可用以評估的方式之一。

本試驗發現 RAPD 分析中，除可獲得遺傳相似性以評估種原歧異性外，藉由 RAPD 產物中亦可篩選出不同「種」間相異且特有的 DNA 片段之存在。如本研究中，引子 UBC327 經 PCR 反應，產物中 2,749bp 片段可以作爲鑑別 *C. chinense* 的特有條帶（圖 1，表 3）；420bp 片段則可作爲鑑別 *C. annuum* 的特有條帶（圖 1，表 3），而引子 UBC 346 反應產物中，1,356bp 的 RAPD 片段爲 *C. baccatum* 特有，1,135bp 爲 *C. chinense*所特有，1,021bp 則是 *C. frutescens* 所特有之片段（圖 2，表 3）。而且這些用以標誌「種」的部分片段，經作者二～三年度間取同「種」內之不同的樣品不斷的偵測，其特有的標誌片段，仍可一再的重覆出現，如 UBC327 中用以鑑別 *C. annuum* 的420bp 片段，及用以鑑別 *C. baccatum* 的2,749bp 片段均可穩定一再重現，此也驗證 RAPD 分析對於種原鑑別上的正確與效益。唯不管是利用特有的 RAPD 標誌片段，或是將所有的 RAPD 片段全部分析，對於未知的樣品應具有估測可能屬於何「種」之能力。以本試驗內 C03865 品系原先在入庫基本資料係註明爲 *C. annuum*，但在 RAPD 分析結果則與 *C. chinense* 連鎖於同一群內，是爲一個令人疑惑的樣品，經再查證其譜系名稱（或俗名），竟爲 Habanero，此即早期對*C. chinense* 內一群辣椒通稱的俗名，故應爲種別資料登記時的錯誤，此也再次印證了 RAPD 的分析方式對於番椒「種」的鑑別能力，故未來如能進一步繼續朝向正確、穩定的目標，推及至本省其他豐富或複雜的亞熱帶作物種原鑑定，將是建立種原管理及背景資料上的一項有利工具。

誌　謝

本試驗承蒙行政院農業委員會86科技—1.5—糧—06經費補助，及亞洲蔬菜研究發展中心提供番椒種原種子，謹致謝忱。

引用文獻

1. 王昭月。1995。同功異構酵素與逢機增殖多型性 DNA 標誌在番椒品種鑑別之研究。國立中興大學碩士論文。
2. 王昭月、范明仁、羅舜芳、劉新裕。1996。以逢機增殖多型性 DNA 標誌鑑別番椒屬野生馴化種原。中華農業研究45(4)：370-381。
3. Chaparro J. X., D. J. Werner, D. O' Malley, R.R. Sederoff. 1994. Targeted mapping and linkage analysis

of morphological isozyme, and RAPD markers in peach. Theor. Appl. Genet. 87 : 805-815.

4. Demeke, T., D. T. R. Lynch, L. M. Kawchuk, G. C. Kozub, and J. D. Armstrong. 1996. Genetic diversity of potato determined by random amplified polymorphic DNA analysis. Plant Cell Reports 15 : 662-667.
5. De. Witt Dave and Paul W. Bosland. 1993. The Pepper Garden, pp 1～21 Speed Press. Berkeley, California.
6. Kresovich, S., J. G. K. Williams, J. R. McFerson, E. J. Routman, and B. A. Schaal. 1992. Characterization of genetic identities and relationships of *Brassica oleracea* L. via a random amplified polymorphic DNA assay. Theor. Appl. Genet. 85 ; 190-196.
7. Mailer, R. J., R. Scarth and B. Fristensky. 1994. Discrimination among cultivars of rapeseed (*Brassica napus* L.) using DNA polymorphisms amplified from arbitrary primers Theor. Appl. Genet. 87 : 697-704.
8. McLeod, M.J., S.I. Guttman and W. H. Eshbaugh. 1983. Peppers. pp. 189-202 In : S.D. Tanksley and J. J. Orton (eds.) Isozymes in Plant Genetics and Breeding. Part B. Elsvier, Amsterdam.
9. Nei, M. and W. H. Li. 1979. Methematical model for studying genetic variation in terms of restriction endonucleases. Proc. Natl. Acad. Soc. U.S.A. 76 : 5269-5273.
10. Oard, J. H. and S. Dronavalli. 1992. Rapid isolation of rice and maize DNA for analysis by random-primer PCR. Plant Mol. Bio. Rep. 10:236-241.
11. Pickersgill, B. 1969. The domestication of chili peppers. pp. 443-450. In : The Domestication and Explotitation of Plants and Animals. P. J. Ucko and T. W. Dimbleby (eds.). Duckworth Press Ltd., London.
12. Pickersgill, B. 1977. Chromosomes and evolution in *Capsicum.* In *Capsicum* 77. Edited by E. Pochard. INRA Montfaver-Avignon, France.
13. Pickersgill, B. 1988. The genus *Capsicum* : a multidisciplinary approach to the taxonomy of cultivated and wild plants Biol Zentralbl. 107 : 381-389
14. Prince. J. R., Loaiza-Figueroa, F., and Tanksley, S.D. 1992. Restriction fragment length polymorphism and genetic distance among Mexican accessions of pepper. Genome, 35 : 726-732.
15. Thormann, C. E., M. E. Ferreira, L. E. A. Camargo, J. G. Tivang and T. C. Osborn. 1994. Comparison of RFLP and RAPD markers to estimating genetic relationships within and among cruciferous species. Theor. Appl. Genet. 88 : 973-980.
16. Welsh, J. and M. McClelland. 1991. Genomic fingerprinting using arbitrary primer PCR and a matrix of pairwise combinations of primers. Nucleic Acid Res. 19 : 5275-5279 •
17. Williams, J. G., A. R. Kubelik, K. J. Livak, J. A. Rafalski and S. V. Tingey. 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. Nucleic Acid Res. 18 : 6531-6535.

Genetic Diversity within *Capsicum* Evaluated by Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Markers[1]

Jau-Jueh Wang, Ming-Jen Fan and Shen-Fang Lo[2]

Summary

A total of 44 collections of pepper (*Capsicum*.spp.) germplasm, including five domesticated species (*C. annuum, C. baccatum, C. chinense, C. frutescens, C. pubescens*), and three wild species (*C. chacoense, C. praetermissum, C. eximum*),were evaluated using random amplified polymorphic DNA (RAPD) marker. Objectives were to assess genetic diversity within the germplasm of *Capsicum* and survey the identification markers. The results indicated that high degree of polymorphism was obtained from five random decamer primers (UBC327, UBC346, UBC457, UBC483, and UBC484) which produced 172 RAPD bands, and within them ten efficient fragments useful for identification among five domesticated species had been screened. Analysis of similarity by NJ (Neighbour Joining method) revealed these 44 accessions could be divided into six groups : the first group contained seven accessions that including all the samples of *C. chinense* ; the second group was composed of seven accessions, including the species of *C. praetermissum, C. pubescen* and *C. eximum* ; the third group contained three accessions belonging to *C. chacoense* ; , the fourth group contained all the samples of *C. baccatum* ; the fifth group contained all the samples of *C. frutescens* ; , and the sixth group contained all the samples of *C. annuum*. The results showed that the clusters assorted by RAPD markers could be corresponded to species -based classification.

Key words : Random amplified polymorphic DNA (RAPD), Genetic diversity, Pepper (*Capsicum* spp.)

---

1. Contribution No. 1916 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Assistant Agronomist, Senior Agronomist and Research Assistant, Crop Genetic Resources Laboratory, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(4)：324～332（1997）

囊叢枝菌根菌對柑橘生長之效應[1]

程永雄　莊明富　許淑麗[2]

摘要：調查本省八處柑橘園土壤樣品囊叢枝菌根菌之發生情形，結果顯示所有根系樣品均可發現菌根之形成，惟菌根形成率差異很大，一般距地表0—15公分之根系，菌根形成率較高，厚膜孢子數亦較多。溫室接種試驗顯示，囊叢枝菌根菌對柑橘生長促進效果，菌種間有明顯差異，接種 *Glomus aggregatum, G. etunicatum, G. fasciculatum, G. geosporum* 及 *G. mosseae* 之酸橘，菌根植株高度分別爲42.8,36.1,29.8,40.9及30.5公分，非菌根植株高度爲30.7公分。供試八種柑橘砧木酸橘、酸橙、枳柚、特洛伊枳橙、苦柚、夏伯粗檸檬、粗檸檬及廣東檬檬，菌根與非菌根植株之高度，除枳柚差異不顯著，其餘品種均達顯著差異。在柑橘栽培土中添加堆肥，對菌根酸橘生長之影響，除添加樹皮堆肥者株高較矮，其餘處理與未添加之對照並無差異。土壤質地對酸橘植株菌根形成有影響，種植在砂質土之植株，菌根形成率較種植於砂質壤土與壤土者爲高，原因與土壤肥份高低可能有關，在壤土中由於肥分高，菌根形成率較低，菌根與非菌根植株株高並無差異，砂質土由於肥分低，菌根與非菌根植株株高、地上部鮮重有顯著差異。

關鍵詞：柑橘、生長促進、囊叢枝菌根菌。

前　　言

囊叢枝菌根菌（Vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi）是一種可與作物共生的眞菌，廣泛存在於自然界中，當其感染宿主植物根系，大都在根部皮層細胞內可產生囊狀體（Vesicle）與叢枝狀體（Arbuscule）兩種構造。菌根表面之外伸菌絲（External hyphae），可幫助宿主植物吸收土壤中的礦物元素及水分等，因而促進宿主植物的生長[2,7,16]。菌根菌的宿主涵蓋了重要的農、園藝作物，柑橘即是其中之一。囊叢枝菌根菌對柑橘生長促進效果，最初由 Kleinschmidt 等氏證實，報告中指出，土壤經過燻蒸或蒸氣消毒，再種植接種 *Endogone mosseae* 之柑橘，所有植株生長良好，不再出現矮化（Stunting）及黃化（Chlorosis）現象[14,18]。蒸氣、燻蒸消毒亦是本省柑橘育苗介質經常使用的消毒方法，因此有必要重新加入囊叢枝菌根菌於育苗介質中，以維持柑橘正常生長。另外，爲了避免根部病原菌的爲害，砧木的利用是本省柑橘栽培的特色，目前配合使用熱處理或頂梢嫁接之健康接穗，所生產之健康柑橘種苗已實際推廣中[1]，基於前述使用砧木的特殊性，篩選適合之囊叢枝菌根菌實有必要。因此，本研究首先進行本省柑橘園囊叢枝菌根菌之調查，其次爲菌株的篩選、砧木的篩選，最後探討栽培介質、土壤質地對囊叢枝菌根菌之影響，期望囊叢枝菌根菌的應用，能有效改善本省柑橘的栽培。

---

1. 臺灣省農業試驗所研究報告第 1917 號。
2. 爲臺灣省農業試驗所嘉義分所研究員兼分所長、助理及計畫助理。臺灣省　嘉義市。

材料與方法

一、囊叢枝菌根菌接種源之繁殖

五種 *Glomus* 屬之囊叢枝菌根菌 *Glomus aggregatum* Schenck & Smith emend. Koske, *G. etunicatum* Becker & Gerdemannn, *G. fasciculatum* (Thaxter) Gerdemann & Trappe emend. Walker & Koske, *G. geosporum* (Nicolson & Gerdemann) Walker, *G. mosseae* (Nicolson & Gerdemann) Gerdemann & Trappe，均採用砂耕法盆栽百喜草或玉米作爲宿主進行繁殖。繁殖所用河砂與塑膠盆缽（直徑18公分，高度20公分）先以70°C蒸氣消毒30分鐘。百喜草或玉米等宿主植物種子，以0.5%次氯酸鈉表面消毒 5 分鐘，經三次水洗後播種，待種子發芽後，取各菌種厚膜孢子接種於植株根系旁，接種後之植株均置於簡易網室中，期間每盆施用7.5克 3 號奧妙肥（N：P：K＝18：3.8：11）。接種後12—16週，去除植株地上部後，將根圈土倒出並陰乾，同時取部份菌土調查孢子數量。陰乾菌土每 5 公斤裝一袋，封口後置於 4 °C冷藏庫保存以供接種之用。

二、菌根柑橘之培育

供試柑橘砧酸橘（*Citrus sunki* Hort. ex Tan.）、廣東檬檬（*Citrus Limonia* Osbeck）、粗檸檬（*Citrusjambhiri Lush.*）、夏伯粗檸檬（*Citrus jambhiri* Lush. ‘Schaub’）、枳柚（*Citrus paradisi Macf.*× *Poncirustrifoliata* (L.) Raf. ‘SPB4475’）、枳橙（*Citrus sinensis* (L.) Osb. × *Pomcirus trifoliata* (L.) Raf. ‘Troyer’）、苦柚（*Citrus grandis* (L.) Osbeck）及酸橙（*Citrus aurantium* L.）等種子，由本分所園藝系提供。播種前種子均以0.5%次氯酸納表面消毒 5 分鐘及三次水洗。消毒後之種子剝除種皮後，置於含濕潤濾紙之培養皿中，並於27°C定溫箱中催芽。種子發芽後移入蛭石盆缽（直徑15.5公分，高度18公分）接種囊叢枝菌根菌，接種量爲每個種子加 5 毫升菌土（約有20個孢子）培育菌根苗，另設不加菌土者培育爲非菌根苗，處理後之植株置於溫室中管理。

三、柑橘園囊叢枝菌根菌調查

自本省各柑橘栽培園選擇健康壯碩之植株，每株於樹冠下之區域逢機取三點，每一點分別取地表 0 —15公分與地表15公分以下之根圈土，混合後攜回實驗室。自根圈土中挑出細根置入100毫升燒杯中，水洗後倒入10%KOH，經高壓殺菌釜煮沸透化15分鐘，倒出 KOH 後以清水漂洗三次，再倒入0.5% Trypan blue 染色液（乳酸386毫升、甘油354毫升、蒸餾水230毫升、Trypan blue 0.5公克）色 4 小時後，倒出染液並水洗三次，最後以不含 Trypan blue 的乳酸甘油脫色一小時。染色根段分別切成 1 公分長度之片段，逢機取60段置於載玻片上，每個玻片20條根段，於光學顯微鏡下檢查是否形成菌根，根段內如有囊狀體、叢枝狀體或菌絲，即視爲已感染，計算60根段中感染根段百分比，即爲菌根形成率。挑出根段之根圈土陰乾後，取100克以篩網傾注法分離厚膜孢子[8]，將留在200mesh篩網上之孢子洗入燒杯中，加水至整個溶液爲100毫升並攪動，再以定量吸管吸取 3 毫升懸浮液於培養皿中，於解剖顯微鏡下計算孢子數，重覆三次後換算成百克根圈土孢子數。

四、*Glomus* 屬囊叢枝菌根菌對酸橘生長促進效果之比較

供試之囊叢枝菌根菌有 *G. aggregatum, G. etunicatum, G. fasciculatum, G. geosporum,* 及 *G. mosseae*，依方法二接種及培育內生菌根與非內生菌根酸橘植株，二個月後移植於柑橘育苗盆中（45×10×10公分），栽培土爲消毒之壤土：泥炭土（Finnpeat A2, pH5.5—6.5）：砬石＝5：2：3（V/V）混合而成，植株移入同時每盆再加入50毫升菌土（約有200個孢子）。處理後植株置於溫室中管理，每隔10日以 Hoaglands's 營養液（不含磷之原液稀釋20倍）每株澆灌100毫升，每隔一個月調查植株高度，接種後第17週時，取出植株調查株高、地上部鮮重、根長、根鮮重及菌根形成率。

五、囊叢枝菌根菌對不同柑橘砧木生長促進效果之比較

供試柑橘砧木有酸橘、廣東檬檬、粗檸檬、夏伯粗檸檬、枳柚、枳橙、苦柚及酸橙等，供試囊叢枝菌根菌 *G. aggregatum*。依方法二培育之砧木，內生菌根與非內生菌根苗各取六株，移植於柑橘育苗盆中（45×10×10公分），栽培土爲消毒之土壤：泥炭土：蛭石＝5：2：3（V/V）混合而成，移植時爲菌根苗者每盆再加入50毫升菌土（約200個孢子），移植後植株置於溫室中管理，每隔10日以 Hoaglands's 營養液（不含磷之原液稀釋20倍）每株澆灌100毫升，每隔一個月調查植株高度。

六、土壤添加不同堆肥對囊叢枝菌根菌促進柑橘生長之影響

培育柑橘之栽培土以消毒過之土壤：蛭石＝5：3（V/V）先行混合，再分別加入20%（V/V）牛糞堆肥（商品名：崙背牛糞）、雞糞堆肥（商品名：甘雨特肥）、木屑堆肥（商品名：長青）及樹皮堆肥（商品名：根源），充份攪拌均勻後，裝入柑橘育苗盆（45×10×10公分）中，另以不加堆肥之處理爲對照。接種 *G. aggregatum* 三個月之內生菌根酸橘與未接種之對照各取六株，分別移植於上述含不同堆肥之栽培土，移植後之植株置於溫室中管理，每隔10日以 Hoagland's 營養液（不含磷之原液稀釋20倍）每株澆灌100毫升，每隔一個月調查植株高度、菌根形成率。

七、不同土壤對囊叢枝菌根菌促進柑橘生長之影響

選取砂質土、砂質壤土及壤土三種土壤，經臺灣省農業試驗所農化系協助土壤理化性分析，包括土壤質地、全氮（比色法）、有效磷（Bray No.1）及有效鉀（Flame photometer），並於種植作物前以70°C蒸氣消毒30分鐘，放置1個月後分別裝入美化槽（59×17×19公分）中，再種植一個月大之酸橘苗，每盆21株，每種土壤各2盆，其中一盆在移植時同時接種 *G. aggregatum*，接種量爲每盆200毫升菌土（約有800個孢子），所有植株置於溫室中管理，每隔一個月各處理分別取出三株植株，調查植株高度與菌根形成率。

結　　果

一、本省柑橘園囊叢枝菌根菌發生情形

自臺南縣、嘉義縣、花蓮縣、臺東縣等八處柑橘園採集之柑橘根圈土，所有根系樣品均有菌根形成，惟菌根程度差異甚大，一般距地表0～15公分之根系菌根形成率較高，菌根形成率最高達87.5%，超過15公分深度之根系，菌根形成率較低（表1），但地點不同結果稍有差異，原因與土壤條件或柑橘種植時間長短不同可能有關。厚膜孢子數亦有類似結果，距地表0～15公分之根圈土，厚膜孢子較多，每100毫升土最高含1,226個孢子，深度超過15公分之根圈土，厚膜孢子數量通常較低，而一般鏡檢，*Glomus*（繡球菌屬）之孢子是最常見到的一屬。

表1. 本省柑橘園囊叢枝菌根菌發生情形

Table 1. Distribution of VAM fungi in citrus orchards in Taiwan

採集地點 Locations	菌根形成率(%)[z] Percent of colonization		孢子數(個/100ml土壤)[y] Chlamydospores/100ml soil	
	0～15cm	>15cm	0～15cm	>15cm
觸口1	35	27.5	1,166	84
觸口2	43.3	30	600	26
菜公店1	35	43.8	280	186
菜公店2	87.5	62.5	96	46
竹崎1	72.5	57.5	110	32
竹崎2	87.5	32.5	1,226	56
竹崎3	32.5	32.5	260	96

(續)

竹崎4	55	89	166	86
池上	13.3	18.3	74	20
瑞穗1	25	13.3	360	140
瑞穗2	60	18.3	40	6
壽豐	33.3	28.3	494	46
楠西1	33.3	26.7	74	46
楠西2	40	46.7	126	226
番路	38.3	43.3	266	146

Z Root samples collected from top 15 cm depth or below 15 cm.
Y Rhizospherical soil collected from top 15 cm depth or below 15 cm.

二、*Glomus* 屬囊叢枝菌根菌對酸橘生長之促進效果

酸橘接種 *G. aggregatum*、*G. fasciculatum*、*G. mosseae*，植株高度在接種後第17週，分別爲42.8,36.1,29.8,40.9 30.5公分，未接種之對照組株高爲30.7公分，顯示酸橘除接種 *G. fasciculatum* 與 *G. mosseae* 對生長無促進作用外，其餘三菌種 *G. aggregatum, G. etunicatum*及 G. geosporum 對酸橘生長均有促進效果，與未接種之對照組比較均達顯著差異（$p=0.05$），其中又以 *G. aggregatum* 效果最好，地上部之鮮重結果與株高類似。在地下部鮮重方面，接種囊叢枝菌根菌之植株均較未接種者爲重，但差距較顯著者，仍屬接種 *G. aggregatum*、*G. geosporum*及 G. etunicatum 之植株，鮮重分別爲2.1、3.2及2.0公克。比較菌根形成率與植株生長，並無正相關性，但其中 G. geosporum、G. etunicatum 及 *G. mosseae* 感染酸橘並形成菌根之程度較高，分別爲44.6%、47.9%及38.8%（表2）。

表 2. *Glomus* 屬不同囊叢枝菌根菌對酸橘生長之比較

Table 2. Growth response of citrus (sunki) inoculated with different species of *Glomus*

菌種[z] Species	地上部 Top growth		地下部 Root growth		菌根形成率 Percent of colonizationn (%)
	株高 Heihgt (公分) (cm)	鮮重 Fresh wt. (公克) (g)	根長 Length (公分) (cm)	鮮重 Fresh wt. (公克) (g)	
G. aggregatum	42.8a[y]	7.0a	38.1a	2.1b	11.7
G. etunicatum	36.1b	5.6b	42.8a	2.0bc	47.9
G. fasciculatum	29.8c	3.7c	36.9a	1.4cd	1.3
G. geosporum	40.9a	7.2a	39.4a	3.2a	44.6
G. mosseae	30.5c	4.5c	37.6a	1.6bcd	38.8
CK	30.7c	4.3c	36.3a	1.3d	0

Z Four replicates for each species
Y Means in the same column followed by the different letter are significantly different ($p=0.05$) by Duncan's multiple range test

三、囊叢枝菌根菌對不同柑橘砧木之生長促進效果

比較八種柑橘砧木接種 *G. aggregatum* 後植株生長之差異，結果顯示除枳柚接種與未接種間株高差異不顯著外，其餘砧木皆有顯著差異（$p=0.05$）。各個砧木接種植株與未接種者間之株高，酸橘分別是42.1及22.3公分，酸橙爲37.8及20.3公分，枳柚爲48.5及34.3公分，特洛伊枳橙爲54.3及29.6公分，苦柚爲34.6及20.8公分，夏伯粗檸檬爲47.4及27.9公分，粗檸檬爲50及24.3公分，廣東欄檬爲

48.4及35.8公分（表 3）。由各個砧木接種與未接種植株間之株高差距比較，粗檸檬與特洛伊枳橙差距最大，分別爲25.7及23.8公分，其次爲酸橘、夏伯粗檸檬及酸橙之19.8,19.5及17.5公分，再其次爲苦柚及廣東檬檬之13.8及12.6公分，差距最小者爲枳柚之11.5公分。

表 3. 不同柑橘品種接種囊叢枝菌根菌（*G. aggregatum*）促進植株生長之效果

Table 3. Growth promotion of different citrus species inoculated with VAM fungus（*G. aggregatrm*）

處理 Treatments	株高(公分)[z] Height(cm)							
	Sunki	Sour orange	Citrumelo 4475	Troyer citrange	Pummelo	Schaub rough lemon	Rough lemon	Rangpur lime
M[x]	42a[y]	37.8a	45.8a	53.4a	34.6a	47.4a	50.0a	48.4a
NM	22.3b	20.3b	34.3a	29.6b	20.8b	27.9b	24.3b	35.8b

[z] Value is the mean of six replicates at 8 months after inoculation
[y] Meas in the same column followed by the different letter are significantly different (p=0.05) by Duncan's multiple range test
[x] M: Mycorrhizal plants inoculated with *Glomus aggregatum,* NM: Non-mycorrhizal plants

四、添加堆肥對菌根與非菌根酸橘生長之影響

菌根與非菌根酸橘苗分別移植於添加牛糞、雞糞、樹皮及木屑堆肥之培養土 6 個月後，菌根植株高度分別爲59.4,57.7,45及57.1公分，非菌根植株高度分別爲37.7,45.5,29.4及38.4公分，未添加堆肥之菌根與非根酸橘高度則分別爲58.6及36.9公分（表 4）。比較菌根酸橘植株添加堆肥對植株生長之影響，添加樹皮堆肥者，植株生長較差外，其餘各種堆肥處理與對照未添加者間，植株高度並無顯著差異，顯示堆肥與囊叢枝菌根菌，對酸橘生長並無加成效果。

表 4. 柑橘栽培土添加不同堆肥對菌根與非菌根酸橘生長之影響

Table 4. Effects of compost on the growth of mycorrhizal annd nnon-mycorrhizal-sunnki plants

堆肥[z] Compost	接種[y] Inoculation	株高(公分) Height(cm)		菌根形成率(%) Percent of colonization
		0[x]	6	
牛糞堆肥	M	11.6a[w]	59.4a	90.0
Cattle manure	NM	9.2b	37.7bc	0
雞糞堆肥	M	11.8a	57.7a	68.3
Chicken manure	NM	8.4bc	45.5b	0
樹皮堆肥	M	8.8bc	45.0b	61.7
Bark manure	NM	6.8c	29.4c	0
木屑堆肥	M	13.7a	57.1a	38.3
Sawdust manure	NM	8.9bc	38.4b	0
對照	M	12.0a	58.6a	45.0
Check	NM	8.7bc	36.9bc	0

[z] Growth medium was composed of pasteurized soil, vermiculite and different compost (v/v/v 5：3：2). Medium without compost was treated as control.
[y] M: Mycorrhizal plants inoculated with *Glomus aggregatum;* NM: Non-mycorrhizal plants
[x] 0 and 6 represented months after transplanting but seedlings had been inoculated three months before transplanting
[w] Means in the same column followed by the different letter are significantly different (p=0.05) by Duncan's multiple range test

五、不同土壤對囊叢枝菌根菌促進柑橘生長之影響

種植於砂質壤土及壤土之酸橘，接種囊叢枝菌根菌後，植株之菌根形成率，以砂質土最好，接種後 4 個月達67.2%，其次爲砂質壤土之18.3%，最低者爲壤土之12.2%。土壤化學分析顯示，供試三種土壤中以壤土之全氮、有效性磷、鉀含量最高，其次爲砂質壤土，砂質土肥份則最低，因此菌根形成率高低與各土壤之肥份高低可能有關。不同土壤下，酸橘接種與不接種囊叢枝菌根菌，植株之高度，在砂質土分別爲21.6及5.6公分，砂質壤土爲11.4及5.5公分，壤土則分別爲19.2及20.2公分，其中僅供試之砂質土，接種植株與不接種者間株高、地上部鮮種有顯著差異（$p=0.05$），種植在砂質壤土與壤土者差異不顯著，顯示囊叢枝菌根菌促進酸橘生長效果，在低肥份土壤下比較顯而易見（表 5）。

表 5. 不同土壤對囊叢枝菌根菌促進酸橘生長之影響

Table 5. Effects of different soil on the growth of mycorrhizal and non-mycorrhizal sunki plants

土壤質地 Soil textures	接種[Y] Inoculation	酸鹼値 pH	全氮 Total nitrogen (ppm)	有效磷 Available phosphorus (ppm)	有效鉀 Available potassium (ppm)	株高[Z] (公分) Height (cm)	鮮重(公克) Fresh wt.(g)		菌根形成率 (%) Percent of colonization
							地上部 Shoot	地下部 Root	
砂質土	M					21.6a	3.44a[X]	1.74a	67.2
		6.2	90	2.2	33.4				
Sandy soil	NM					5.6cd	0.47b	1.10ab	0
砂質壤土	M					11.4bd	1.69b	1.52a	18.3
		4.1	600	14.8	54.5				
Sandy loam	NM					5.5d	0.48b	0.52b	0
壤土	M					19.2a	3.34a	1.12ab	12.2
		3.9	1,700	223.1	155.8				
Loam	NM					20.2a	3.31a	1.12ab	0

[Z] Value is the mean of three replicates at 4 months after inoculation.
[Y] M. Mycorrhizal plants inoculated with *Glomus aggregatum;* NM: Non mycorrhizal plants
[X] Means in the same column followed by the different letter are significantly different ($p=0.05$) by Duncan's multiple range test

討 論

調查本省 8 處柑橘園之植株根系均可發現有菌根之形成，及後來陸續由各處柑橘園採集之85個樣品中，有64.7%之樣品有菌根，35.3%爲非菌根（未發表資料），顯示囊叢枝菌根菌在本省柑橘園普遍存在，這些土生性（Indigenous）菌根菌，對柑橘植株之生長促進效果，有待進一步探討。有報告指出，菌株決定有效性（Effectiveness）比土壤因素或宿主植物更重要[19]。在供試 5 種 *Glomus* 菌種，比較對酸橘植株之生長促進效果，其中接種 *G. aggregatum* 之植株，地上部高度較接種 *G. etunicatum, G. fasciculatum* 及 *G. mosseae* 者爲高，且達顯著差異，顯示菌種有效性具有差異，因此菌種篩選有其必要，本試驗建議可選擇 *G. aggregatum*培育菌根柑橘苗。表 2 結果顯示，菌根形成率高低與酸橘生長反應無正相關性，Graham 等氏[9]報告認爲囊叢枝菌根菌促進作物生長之效果與菌根程度無關，與外伸菌絲（External hyphae）量之多寡較有相關，但此種情形可能隨宿主而不同，Sylvia 等氏[19]報告指出大豆根系感染菌根菌之長度與植株生長反應無關，高粱則有正相關性。

柑橘除極少數品種外，一般皆需要有優良接穗配合適當砧木，才能達到經濟生產目的[5]，本省柑橘栽培亦經常使用酸橘、廣東檬檬及苦柚等作爲砧木，本研究中選擇酸橘作爲各項試驗之供試宿主。

但是不同砧木接種囊叢枝菌根菌，植株之生長反應同樣進行接種比較。由本分所園藝系提供的 8 種柑橘砧木，酸橘、酸橙、枳柚、特洛伊枳橙、苦柚、夏伯粗檸檬、粗檸檬及廣東檬檬接種 *G. aggregatum* 後，除枳柚外，菌根植株之高度皆比未接種之對照爲高，達顯著性差異，顯示柑橘接種菌根菌後，植株生長促進效果，品種間仍有差異，而張氏[3]之報告亦有類似結果。

囊叢枝菌根菌對作物之生長促進效果，受到許多因素相互作用之影響，如宿主、菌種有效性及環境等因子。宿主植物依據其對菌根菌之依賴程度，可分成絕對菌根植物（Obligately mycorrhizal plant）及兼性菌根植物（Facultatively mycorrhizal plant）[13]。兼性菌根植物之定義，是指在適當肥力之土壤中，該植物雖無菌根菌與之共生，仍能正常生長者。本研究中，由表 5 之結果得知，酸橘菌根形成率以種植於砂質土者最高，其次爲砂質壤土，種植於壤土之植株菌根形成率最低，相對的，接種與未接種植株之高度，亦以種植於砂質土之處理有顯著差異，其餘兩種土壤差異不顯著。土壤化學分析顯示，供試之壤土有效氮、磷、鉀含量最高，其次爲砂質壤土，砂質土最低，因此可認爲，土壤肥份高低是影響酸橘菌根形成率及菌種表現之主要因子，土壤及肥分對菌根菌之感染、生長及繁殖之影響亦可見於其他報告[12]。由前述結果，吾人認爲柑橘應屬於兼性菌根植物，土壤肥份高低影響菌根菌促進作物生長之效果，因此在高肥份之消毒土壤，酸橘雖未接種菌根菌，亦能正常生長。

燻蒸或蒸氣消毒之土壤中，重新加入囊叢枝菌根菌，植株生長可恢復正常[14,18]，但目前柑橘育苗大多使用非土介質（Soilless medium），其中有碎石、珍珠石、泥炭土及樹皮等，有些配方甚至添加堆肥，以維持植株後續之營養需求，但是囊叢枝菌根菌在此種條件下施用，是否亦能發揮效果，值得進行探討。Menge 等氏[17]發現特洛伊枳橙之生長反應、菌根程度與土壤中有機物質含量呈負相關，有些報告指出，使用介質或腐熟之植物殘體（Composted plant residues）培育作物，介質中可萃取的磷或施用的磷，與宿主植物之生長反應呈負相關[4,6,10,11]。在本研究中，比較不同堆肥對菌根酸橘生長之影響，添加堆肥之植株菌根形成率與未添加者差異不大，但是添加樹皮堆肥之處理，植株卻是最矮，顯示堆肥除了其中磷含量之影響外，堆肥發酵過程產生之有害物質同樣可能影響菌根之表現，也可能是樹皮堆肥 C/N 比值較高，造成植株缺氮所致，另外，施用堆肥可能改變菌根根圈之微生物相[15]，間接影響菌根之效用，詳細作用有待進一步探討。

誌　謝

本報告承蒙國科會*NSC*80-0409-*B*-055*B*-03及農委會83科技-2.6-糧-57計畫補助經費，並蒙臺灣省農業試驗所農化系協助土壤分析及吳繼光博士之指導，謹致謝忱。

引用文獻

1. 施明山、黃美華。1988。柑橘健康苗繁殖推廣現況。臺灣省農業試驗所特刊第27號。98—102頁。
2. 程永雄。1984。內生菌根菌之形成及其對大豆、玉米、蘆筍及西瓜生長之效應。國立中興大學博士論文。175頁。
3. 張喜寧。1984。三種繡球屬內生菌根菌對柑橘根砧生長之影響。國科會專題研究年終報告。13頁。
4. 黃瑞祥。1979。不同混合介質對廣東檬檬盆栽苗木生長之影響—觀察菌根菌與柑橘根部之共生現象。臺灣大學園藝研究所碩士論文。75頁。
5. 葉節耀、林瓊玖、劉玉花。1989。臺灣柑橘砧木種源保存。臺灣省農業試驗所特刊第27號。17—27頁。
6. Biermann, B. and R. G. Lindeman. 1983. Effect of container plant growth medium and fertilizer phosphorus on establishment and host growth response to vesicular-arbuscular mycorrhizae. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 : 962—971.
7. Gerdemann, J. W. 1968. Vesicular-arbuscular mycorrhiza and plant growth. Ann. Rev.Phytopathol. 6 : 397—418.
8. Gerdemann, J. W. and T. H. Nicolson. 1963. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil

by wet sieving and decanting. Trans. Br. Mycol. Soc. 46 : 235—244.

9. Graham, J. H., R. G. Linderman, and J. A. Menge. 1982. Development of external hyphal by different isolates of mycorrhizal *Glomus* spp. in relation to root colonization and growth of troyer citrange. New Phytol. 91 : 183—189.

10. Graham, J. H. and L. W. Timmer. 1984. Vesicular-arbuscular mycorrhizal development and growth response of rough lemon in soil and soilless media: Effect of phosphorus source. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 109 : 118—121.

11. Guttay, A. J. R. 1983. The interaction of fertilizers and vesicular–arbuscular mycorrhizae in composted plant residues. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 108 : 222—224.

12. Hayman, D. S. 1982. Influence of soils and fertillity on activity and survival of vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi. Phytopathology 72 : 1119—1125.

13. Janos, D. P. 1988. Mycorrhiza application in tropical forestry: Are temperate zone approaches appropriate? In:Ng, F. S. P.(ed.) trees and Mycorrhiza, PP.133—188. Forest Research Institute Malaysia, Kuala Lumpur.

14. Kleinschmidt, G. D. and J. W. Gerdemann. 1972. Stunting of citrus seedlings in fumigated nursery soils related to the absence of endomycorrhizae. Phytopathology 62 : 1447—1453.

15. Linderman, R. G. 1988. Mycorrhizal interactions with the rhizosphere microflora: The mycorrhizosphere effect. Phytopathology 78 : 366—371.

16. Menge, J. A. 1983. Utilization of vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi in agriculture. Can. J. Bot. 61 : 1015—1024.

17. Menge, J. A., W. M. Jarrell, C. K. Labanauskas, C. Huzar, E. L. V. Johnson, and D. Sibert. 1982. Predicting mycorrhizal dependency of Troyer citrange on *Glomus fasciculatum* in California citrus soils and nursery mixes. Proc. Soil Sci. Soc. Amer. 46 : 762—768.

18. Menge, J. A., Lembright, and E. L. V. Johnson. 1977. Utilization of mycorrhizal fungi in citrus nurseries. Proc. Intl. Soc. Citriculture 1 : 129—132.

19. Sylvia, D. M., D. O. Wilson, J. H. Graham, J. J. Maddox, P. Millner, J. B. Morton, H. D. Skipper, S. F. Wright, and A. G. Jarstfer. 1993. Evaluation of vesicular–arbuscular mycorrhizal fungi in diverse plants and soils. Soil Biol. Biochem.25 : 705—713.

Effect of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth Promotion of Citrus[1]

Yung－Hsiung Cheng, Ming-Fuh Chuang and Su-Li Hsu[2]

Summary

Soil samples including root sections from 8 citrus orchards in Taiwan were collected to investigate the mycorrhizal formation of citrus and results indicated that all root samples formed mycorrhizae. Heavy mycorrhizal formation and chlamydospores were commonly present in the rhizospherical soil collected from top 15 cm depth than those collected from below 15 cm. Growth response of sunki seedlings inoculated with *Glomus aggregatum, G. etunicatum, G. Fasciculatum, G. geosporum and G. mosseae* was significantly different and the height of mycorrhizal seedlings was 42.8, 36.1, 29.8, 40.9 and 30.5 cm, respectively, whereas that of non－mycorrhizal seedlings was 30.7 cm. In 8 tested citrus rootstocks except citrumelo, plant height of mycorrhizal and non－mycorrhizal seedlings was significantly different. Effect of culture media amended with/without compost such as cattle manure, chicken manure, bark manure or sawdust manure on the growth of mycorrhizal sunki seedings was tested, and the height of seedlings planted in media with bark manure was shorter than any other treatments. Soil from different source could affect the growth and mycorrhizal formation of sunki seedlings. Colonization rate of sunki seedlings planted in sandy soil was the highest, while those planted in loam was the lowest, and this might be related to soil fertility, In sandy soil, the growth response of sunki seedlings inoculated with *G. aggregatum* was significant, but those planted in loam was not.

Key words：Citrus, Growth promotion, VA mycorrhizal fungi.

---

1. Contribution No. 1917 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Director, Assistant and Research Assistant, Chiayi Agricultural Experiment Station, TARI, Chiayi, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(4)：333～346（1997）

臺灣農作物上之葉蟎種類[1]

何琦琛　羅幹成　陳文華[2]

摘要：自觀賞植物、蔬果、果樹、雜糧及雜項等５類共66種農作物上採取834個樣品，調查各作物上所發生的葉蟎種類。觀賞植物樣品中出現荔枝葉蟎（*Oligonychus litchii* Lo & Ho）、柑桔葉蟎（*Panonychus citri* (McGregor)）、赤葉蟎（*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval）、神澤氏葉蟎（*T. kanzawai* Kishda）、皮氏葉蟎（*T. piercei* McGregor）、偽二點葉蟎（*T. truncatus* Ehara）及二點葉蟎（*T. urticae* Koch）的百分比各爲０、３、15、17.3、0.8、３及69.9；蔬果樣品中這些葉蟎的出現百分比各爲0.6、0.9、8.9、65.5、3.2、21.3及22.4；果樹樣品中各爲19.9、36.3、1.8、44.8、1.8、0.7及8.2；雜糧作物中各爲０、０、35.2、48.1、０、20.4、9.3；雜項作物中各爲０、５、20、15、45、15、０。各種農作物在各縣所採樣品數、發現的葉蟎種類，均於文中說明。

關鍵詞：農作物、葉蟎、爲害頻度。

前　言

葉蟎爲臺灣農作物的重要有害動物，爲害農作物、觀賞植物、行道樹等，常發生高密度，或影響收成、或影響樹勢，造成重大損失，須特別予以防治[1,3,4,6,7,9,10,11,12,15,16]。在不同經濟植物上發生爲害之葉蟎種類，多未經正式調查鑑定。已有調查之經濟植物中，所報導之葉蟎種類亦不周全[3,4]。爲暸解爲害各作物的葉蟎的確實種類，農業試驗所在各地採樣調查，樣品中所發現的種類主要有荔枝葉蟎（*Oligonychus litchii* Lo & Ho）、柑桔葉蟎（*Panonychus citri* (McGregor)）、赤葉蟎（*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval）、神澤氏葉蟎（*T. kanzawai* Kishida）、皮氏葉蟎（*T. piercei* McGregor）、偽二點葉蟎（*T. truncatus* Ehara）及二點葉蟎（*T. urticae* Koch）等７種，其中又以神澤氏葉蟎及二點葉蟎發生頻率最高[4]。此七種葉蟎除二點葉蟎外，雌成蟎（較易由肉眼辨別的個體）均爲紅色，赤葉蟎、皮氏葉蟎及偽二點葉蟎均有被誤爲神澤氏葉蟎的可能。由於同種作物上往往不止發生一種葉蟎，而一作物上的葉蟎種類也可能與時變遷，爲提供植物保護工作人員暸解各作物上所面對的葉蟎種類，乃將各經濟植物上調查所得的葉蟎種類披露於本文。

材料與方法

自1991年起至1993年止，每2～3月爲一循環，前往臺中、南投、彰化、雲林、嘉義等縣農村地區之主要經濟植物田中，於四個角落及中央部位選取有葉蟎爲害狀之葉片，攜回實驗室，以 Hoyer's

1. 臺灣省農業試驗所 研究報告第 1918 號。
2. 本所應用動物系研究員、研究員兼系主任、助理。臺灣省 臺中縣 霧峰鄉。

medium 將葉蟎之成蟎製成玻片標本，鑑定種類。此外並商請桃園區農業改良場、花蓮區農業改良場、臺東區農業改良場、臺中區農業改良場、臺南區農業改良場及農業試驗所鳳山分所之植物保護同仁於其轄區內依相同方法採取主要經濟植物上發生葉蟎之葉片，郵寄予筆者等，將葉蟎製做標本鑑定種類。

結果與討論

所採樣品在鏡檢時部分已無葉蟎存在，部分缺乏雄成蟎供鑑定種類，二者均視爲無效樣品，本文僅以可鑑定種類的有效樣品來討論各作物上主要發生的葉蟎種類。爲節省篇幅，以OL、PC、TC、TK、TP、TT 及 TU（各爲其屬名與種名的第一個字母）代表荔枝葉蟎、柑桔葉蟎、赤葉蟎、神澤氏葉蟎、皮氏葉蟎、僞二點葉蟎及二點葉蟎。另於括弧中註明縣份時，以北、桃、竹、苗、中、投、彰、雲、嘉、南、高、屏、東、花、宜來表達各縣（臺北起、逆時鐘方向）。

所採經濟植物區分爲觀賞植物、蔬果、果樹、雜糧及雜項等 5 類來探討所發生的葉蟎種類。各類作物中，首先表列各縣所採各作物樣品數，再圖示不同植物上採得各葉蟎的次數（樣品數），再討論主要發生的種類及發生縣別。受人力及時間限制，所採樣品未能完善涵蓋各產地，數量上也往往不足。所採樣品數多的植物較易於判讀主要爲害的葉蟎種類，樣品數少或樣品來源分散者，雖不能提供主要爲害種類的資訊，亦予敍明種類與縣份，以供植保同仁參考；同時亦供後繼工作者比較，以期有關工作能相互承接，而收聚沙成塔之功效。

一、觀賞植物類

十四種觀賞植物132個有效樣品主要採自彰化、南投、雲林及臺北縣，而以前二縣最多（表 1）。在這些植物上共發現 PC、TC、TK、TP、TT 及 TU 等 6 種葉蟎（圖 1），以TU出現於93樣品中（70.5%），最爲普遍；繼之以 TK 的22樣品（16.7%）及 TC20樣品（15.2%），其餘 3 種出現不超過 4 次。

表 1. 各縣觀賞植物採得葉蟎樣品數

Table 1. Number of spider mite samples collected from flowers and ornamentals in various counties.

Crops	No.of samples	Tai-pei	Tai-chung	Nan-tou	Chang-hua	Yun-lin	Chia-yi	Hua-lien	Ilan
Baby's breath	12			9	3				
Balloon flower	1				1				
Bird of paradise	5			3	2				
Carnation	6			2	4				
Chrysanthemum	48				31	16			1
Coppertip	2			2					
Dahlia	1			1					
Gladiolus	11		5	1	2	3			
Orchid tree	2			1			1		
Rose	18		1	6	10			1	
Snapdragon	1				1				
Thrift	1				1				
Transvaal daisy	23	10		10	3				
Tuberose	1					1			
Sum	132	10	6	35	58	20	1	1	1

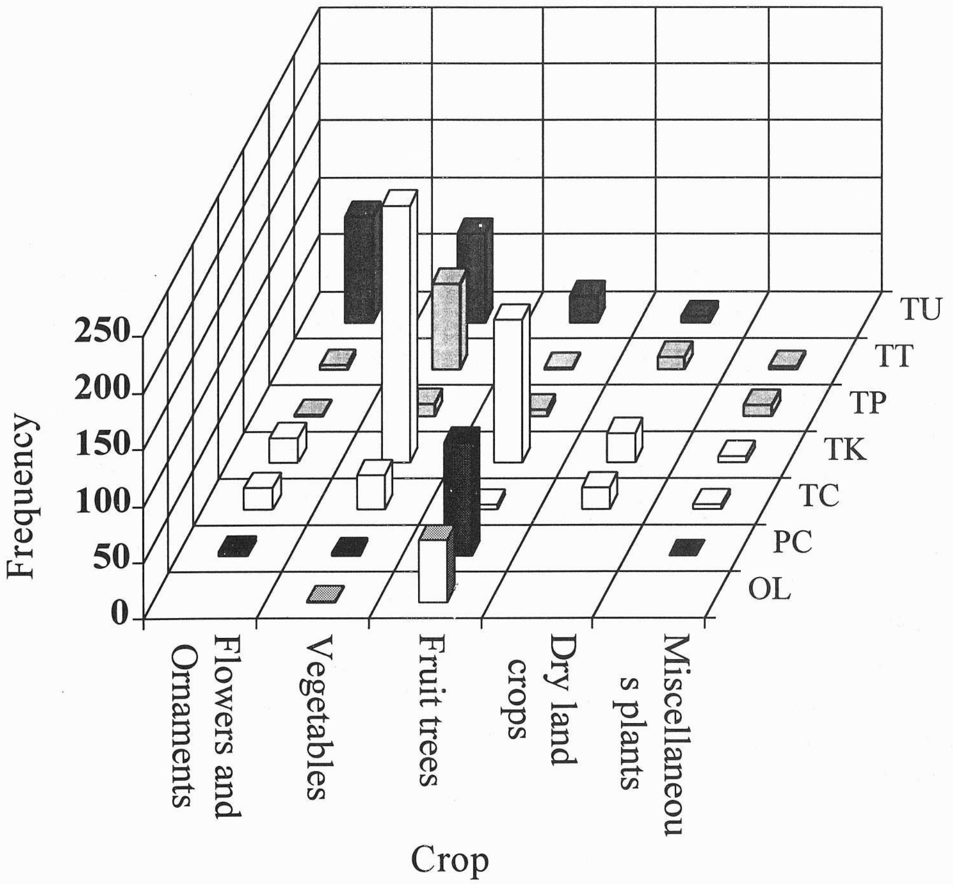

圖 1. 七種主要葉蟎在各類作物上發生頻率百分比

Fig. 1. Frequency of occurrence of 7 major spider mite species on various crops.

菊花（*Chrysanthemum* spp.）48樣品彰化縣31個，29個樣品爲 TU，2個爲 TT；雲林縣16樣品有14個爲 TU，另外 TC 及 TK 各一個，兩縣均以 TU 爲主要的菊花害蟎；宜蘭縣一個樣品爲 TU。菊花上乃以 TU 爲最主要發生的葉蟎（圖 2）。非洲菊（*Gerbera* spp.）23個樣品，不論是採自臺北、南投與彰化縣，均爲 TU。

玫瑰（*Rosa* spp.）18樣品主要採自彰化及南投縣，其中11樣品發生 TU，2樣品發生 PC（彰、投），1樣品爲TK（彰），另3樣品混合有TU 及 TK（中、彰、投），1樣品混合 TU 及 PC（彰），整體以 TU 發生較爲普遍。

滿天星（*Gypsophila paniculata* L.）12樣品中，採自南投縣埔里鎮的9個樣品除1個發生 TU 外，其餘8個全發生 TC，其中1個尙混有 TK；而採自彰化縣田尾及北斗的3個樣品則全爲 TU。埔里的 TU 係在12月採到，彰化的 TU 採自12月及2月，均在冬季。由此兩縣的資料顯示，在滿天星上 TC 與 TU 2種並重。

唐菖蒲（*Gladiolus* spp.）11樣品散採自臺中、南投、彰化及雲林4縣，除彰化2樣品爲 TK 分別混生 TU 與 TT 外，其餘9樣品或發生 TK 或發生 TC，或二者混合發生。整體觀之 TK 出現於

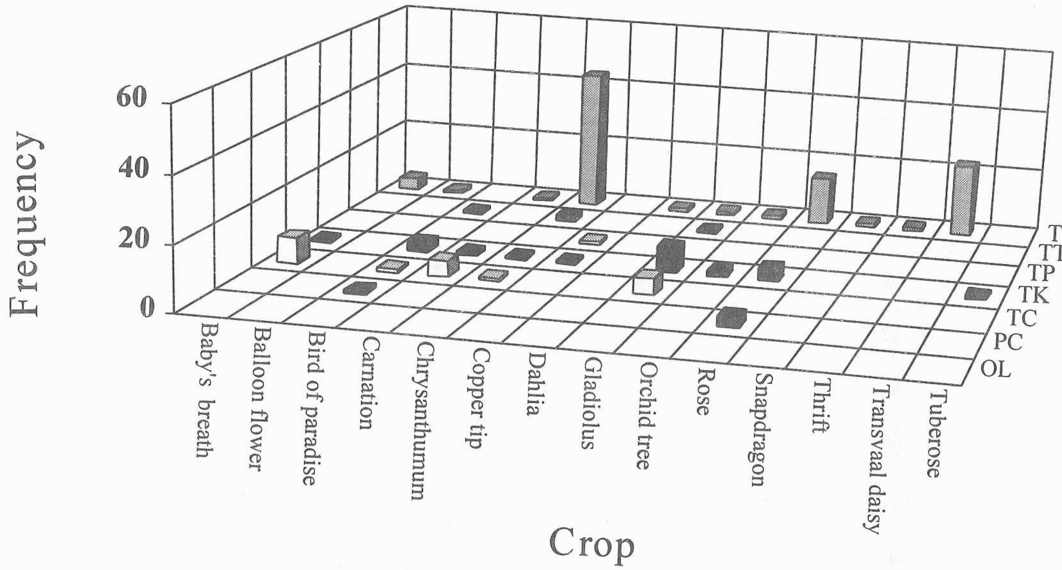

圖 2. 觀賞植物採得七種葉蟎之頻度

Fig. 2. Collecting frequency of 7 spider mite species from flowers and ornaments.

8 樣品中較多，TC 出現於 5 樣品中居次，2 種葉蟎在臺中、南投及雲林三縣均有發生。

康乃馨（*Dianthus caryophyllus* L.） 6 樣品中，4 個樣品爲 TC（彰、投），1 個 TU（彰），另 1 個混有 TC 及 TK（彰）。天堂鳥（*Strelitzia reginae* Arr.） 5 個樣品來自彰化及南投縣，TK 2 個、PC（彰）及 TT（投）各 1 個，另 TC 與 TK 混合（彰） 1 個。金魚草（*Antirrhinum majus* L.）、夜來香（*Polianthes tuberosa* L.）、星辰花（*Limonium sinuatum* Mill）、桔梗花（*Platycodon grandiflorus* A.DC.）、大理花（*Dahli* spp.）均只有 1 樣品，除夜來香發現 TK 外，餘四者均爲 TU。

調查期間亦曾對黃梔子（*Gardenia jasminoides* Ellis）、霧社櫻花（*Prunus taiwaniana* Hayata）、千日紅（*Gomphrena globosa* L.）、百合（*Lilium* spp.）、麒麟菊（*Liatris spicata* (L.) Willd）及火鶴花（*Anthurium scherzerianum* Schott）採樣，因未採得雄成蟎，而未能確認其種類。1994年筆者在后里網室火鶴花上發現 PC 及 *Tetranychus* 屬葉蟎爲害導致葉片衰弱，但不知其它園地所發生種類如何。黃啓鐘等取樣調查嘉義及臺南縣的天堂鳥，發現 PC 及 TP 爲害[9]，與本研究所取樣的南投及彰化縣有 TP 的差異。另外，農業試驗所的羊蹄甲發生 OL 爲害，而在南投縣及嘉義縣所採樣品上的葉蟎分別爲 TK 混生 TU及 TK。

王清玲報導花卉上的葉蟎以 TC、TK 及 TU 較常發生，PC、TP、TT 較不常見[2]。本調查所得結果與王氏相似，以 TU 最常發生，TK 其次，TC 再次之，而 PC、TT 及 TP出現頻率較低。

二、蔬果類

本類共自29種蔬果採得349個有效樣品，屏東、彰化、南投、高雄、雲林及臺中爲主要取樣縣分（表 2）。多數蔬果的有效樣品爲個位數，僅豇豆（*Vagna unguiculata* Walp.）、小胡瓜（*Cucumis sativus* L.）、茄子（*Solanum melongena* L.）、菜豆（Phaseolus vulgaris L.）、絲

表 2. 各縣蔬果採得葉蟎樣品數

Table 2. Number of spider mite samples collected from vegetables in various counties.

Vegetables	No.of samples	Tai-pei	Hsin-chu	Tao-yuan	Tai-chung	Nan-tou	Chang-hua	Yun-lin	Chia-yi	Tai-nan	Kao-hsiung	Pin-tung	Tai-tung	Hua-lien	Ilan
Angled loofah	3				3										
Asparagus bean	41			1	3	5	7	5	1			18		1	
Calabash gourd	3				2			1							
Cantaloupe	4			1			1		1	1					
Celery	1						1								
Cucumber	27				3	1	3	2				18			
Eggplant	67					8	21	3			2	27	2	1	3
Furbean	1				1										
Great burdock	1						1								
Hyacinth bean	3				3										
Kidney bean	28				3	13	2	3			1	3			3
Lima bean	16				1	1	2		2		2	8			
Loofah	61					12	4	12	3		27	1	2		
Mustard	2				1	1									
Pea	2						2								
Perilla	1								1						
Red pepper	1						1								
Squash	2						1						1		
Strawberry	14				2	4		8							
Sweet corn	10					3	4	3							
Sweet pepper	7							4					3		
Sweet potato	3						1			1					1
Taro	20	2	1		5	4	3	2	1			1		1	
Tomato	3								1				1	1	
Water convolvulus	2								1						1
Watermelon	17			1	1	1	9	1	1	2					1
Wax gourd	5						5								
Yam	1					1									
Zinger	3					3									
Sum	349	2	1	3	28	56	68	44	12	4	32	76	9	4	9

瓜（*Luffa cylindrica* Roem.）及萊豆（*P. limensis* Macf.）有兩位數的有效樣品。在這些樣品中，7 種葉蟎均有發現，出現頻率以 TK 出現227次最多，占全體樣品的65%（圖 1）；繼之以 TU 78次（22.3%），TT 75次（21.5%），TC 31次（8.9%），TP 11次（3.1%），PC 發現 3 次，都在屏東縣里港鎮的萊豆上， OL 則只在扁蒲（*Lagenaria siceraria* Standl.）及芋（*Colocasia esculenta* Schott）上各採得 1 次。

在29種蔬果中，茄子樣品最多，自 8 個縣採得67個有效樣品，共採得 4 種葉蟎，其中以 TK 出現頻率最高，TU 其次，TT及 TC 出現頻率較少（圖 3）。各縣中，屏東縣的27個樣品均爲 TK，其中 1 樣品混有 TT；彰化縣21個樣品，TU有12樣品，TK 5 樣品，TC 2 樣品，另 1 樣品混有 TC、TK 及 TU，1 樣品混含 TK 及 TT；南投縣 8 個樣品，6 個爲 TK，1 個爲 TU，另 1 爲 TK 及 TU 二者混合；雲林縣 3 個樣品，2 個爲TK、1 個爲 TU；宜蘭縣 3 個樣品，1 個爲TK、2 個爲 TT；高雄縣 2 個樣品及花蓮縣 1 個樣品均爲 TK；臺東縣 2 個樣品皆爲 TT。筆者在屏東縣茄園未曾採得 TU[3]，本次調查在高屏二縣亦未採得TU，但陳明昭君在高雄旗山茄園發現多有 TU（私人通訊），可補筆者資料的不足。

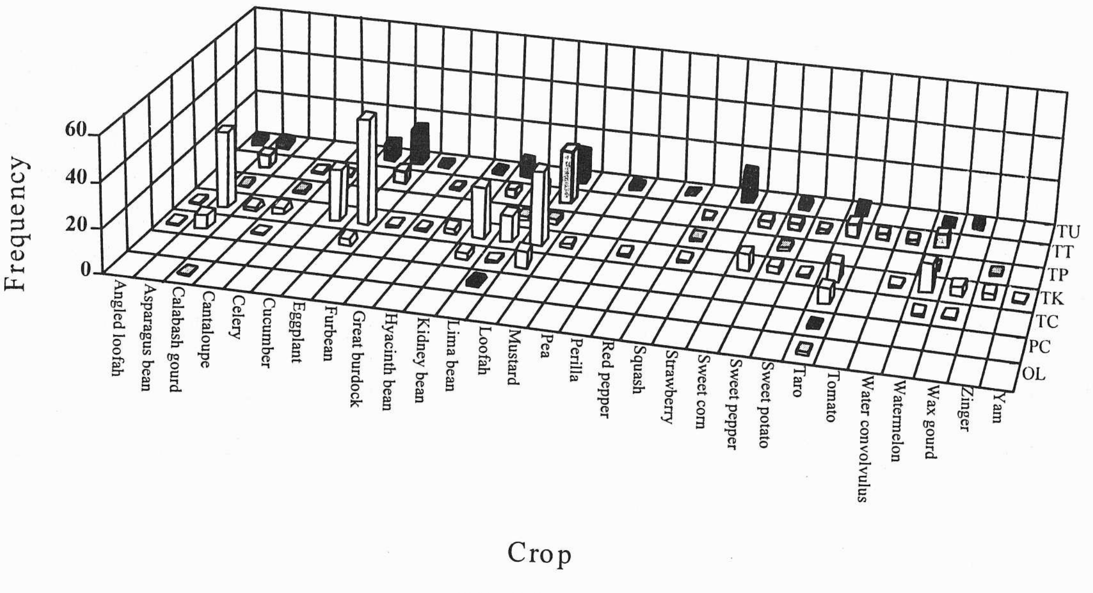

圖 3. 蔬果上採得七種葉蟎之頻度

Fig. 3. Collecting frequency of 7 spider mite species from vegetables.

絲瓜自 7 縣中採得61樣品，發現 5 種葉蟎，出現頻率依序爲 TK 33次、TT 24次、TU 14次、TC 7 次及TP 1 次。高雄縣27個樣品中，採得次數依序爲 TT 17次、TU 11次、TC 7 次、TK 4 次及 TP 2 次，其中有10個樣品上混含有 2 或 3 種葉蟎；雲林縣12樣品均含有 TK ，其中 2 樣品混有 TT，1 樣品混合 TU；南投、屏東及臺東縣的樣品中均僅有 TK；彰化縣 4 個樣品，TU 及 TT 各占 2 個；嘉義縣採得 3 個TT 樣品，其中 2 個混有 TK。本次調查所得與溫宏治等[11]的調查有所不同，彼等在高、屏兩縣絲瓜上只採到 TC 及 TK，而以 TK 爲主。綜合而言，絲瓜上的葉蟎以 TK 與 TT 爲主，TU 發生頻度也不低。

豇豆41個樣品來自 8 個縣，共發現 TK、TC、TT、TU 及 TP 5 種葉蟎。各縣而言，除彰化縣 TC 及 TT 各有 2 樣品、雲林及屏東縣各有 1 個 TC 樣品、桃園縣 1 樣品爲 TP 外，其餘樣品均發

現有 TK，唯各縣均有1～2樣品混含 TC、TU 或 TT。此外，彰化縣 6 、 7 月間自北斗、福興、鹿港及田尾所取樣品均發生有 TT，爲彰化縣所獨有。

菜豆28個樣品採自 7 個縣，共採得 4 種葉蟎。以 TK 出現23次最高，在各縣均有發現，爲主要種類；TU 出現 7 次（中、投、雲）；TC（中、投、彰）及TT（投、屏）各出現 3 次更少，多爲與 TK 混合發生。

小胡瓜27個樣品主要來自屏東縣，發生有 TK 及 TU 2 種葉蟎。屏東及南投樣品全爲 TK，彰化只採到 TU，臺中及雲林則二者混合發生。

芋20個樣品散採自 9 個縣，發現有 6 種葉蟎，出現情形除 OL（中）及 PC（雲）較少外，TK（北、竹、中、投、彰、雲）、TC（北、中、投、彰、雲）、TT（投、彰、屏）、及 TU（北、中、投）間甚爲接近。依過去採集經驗，芋頭上的葉蟎主要爲紅色種類，即 TK、TC 或 TT，而本資料中三者間無優勢種。

萊豆16個樣品來自 6 個縣，發現有 5 種葉蟎，以 TK 出現12次最高，TT 7 次第二。屏東縣 8 樣品 TK 及 TT 各出現 5 及 6 次，另外 TC 及 TP 也出現了 2 次。臺中、彰化、嘉義及高雄縣的樣品均發現 TK，彰化縣有 1 樣品混含 TT；而南投縣樣品爲 TC。皇帝豆上的葉蟎應注意 TK 及 TT。

西瓜（*Citrullus vulgaris* Schrad.）在桃園、臺中、南投、雲林、臺南及宜蘭各採了1～2個樣品，所發現的均爲 TK。

草莓（*Fragaria x ananassa* Duch.）則14樣品均爲 TU。早年草莓栽培以苗栗縣大湖地區爲主時，曾有 TK 爲害，隨後逐漸爲 TU 取代[16]，大湖地區早已不見 TK 爲害草莓。本次調查乃未在大湖取樣，樣品全來自臺中、南投及雲林三縣，而結果顯示草莓已爲 TU 的天下。彰化縣有 9 樣品，TK 出現 7 次，TT 出現 6 次，其中 1 樣品中尙混合有 TU。如此對彰化縣的西瓜而言，TT 亦爲重要害蟎。

甜玉米（*Zea mays* L.）10樣品採自南投、彰化及嘉義縣，以 TK 發生較多，在彰化及雲林亦有發生 TT 者。

樣品數小於10的包括：甜椒（*Capsicum annuum* L. var. *grossum* Sendt.） 7 樣品，TK（雲）、TP（東）、TU（雲）及 TT（雲、東）各出現 3 、 2 、 2 、 3 次。冬瓜（*Benincasa hispida* Cogn.） 5 樣品全採自彰化縣，TU 出現 2 次；TK 4 次，其 1 與TU 混合，另 1 與 TC 混合。甜瓜（*Cucumis melo* L.） 4 個樣品，桃園採得 TP，臺南採得 TK，彰化樣品混含有 TK 及 TC，嘉義樣品混含有 TK 及 TT。鵲豆（*Lablab purpureus* Sweet）、番茄（*Lycopersicon esculentun* Mill.）、扁蒲、稜角絲瓜（*Luffa acutangula* Roxb.）、甘藷（*Ipomoea batatas* Lam.）及薑（*Zingiber officinale* Roscoe）各 3 樣品，鵲豆上均發生 TK，其中 1 樣品混有 TU；番茄上全爲 TT；瓠瓜 2 樣品爲 TK， 1 樣品爲 OL（中）；角瓜 2 樣品爲 TU， 1 樣品混含 TC 及 TK；甘藷在彰化爲 TK，臺南及宜蘭爲 TT。薑上全爲 TK。芥菜（*Brassica juncea* Czerniak et Coss.）、豌豆（*Pisum sativum* L.）、蕹菜（*Ipomoea aquatica* Forsk.）及南瓜（*Cucurbita* spp.）各 2 個樣品，芥菜上爲 TK；豌豆上爲 TU；蕹菜嘉義樣品爲TT，宜蘭樣品則混生 TK 及 TT；南瓜在彰化樣品有 TT，臺東樣品則混含 TK 及 TP。芹菜（*Apium graveolens* L.）、辣椒（*Casium annuum* var. *Longum* Seudt）及紫蘇（*Perilla frutescens* var. *crispa* Decne）各 1 個樣品，分別爲 TT、TU 及 TK。福豆（*Vicia faba* L.）亦爲 1 樣品，混有數量相近的 TK 及TU。牛蒡（*Arctium lappa* L.）上發現有 TK 及 TT。山藥（*Dioscorea alata* L.）上發現的葉蟎爲 TK。

鄭及鄭報導竹上有 *O. uruma* Ehara 及 *Schizotetranychus celarius*（Banks）爲害，影響及竹筍的產量[14]。調查期間亦自竹上採得 *O. uruma*，因在全體樣品中所占比例極微，未列入表 2 。

三、果樹類

兩年來對17種果樹採得280個有效樣品，果樹種類、樣品數及採樣縣份列於表 3，多數樣品來自臺中、南投、彰化、雲林、高雄及屏東等六縣。7 種葉蟎均有發見，以 TK 採得126次頻度最高（45%），繼之以 PC 101次（36.1%）、OL 56次（20%）及 TU 23次（8.2%，而 TC、TP 及 TT 出現在 5 次以下。由於山坡地交通困難，採樣時極少前往，因此柬樹中 TU 及 PC 的採得頻度應較實際發生頻度低，本報告的數據或可視爲平地果樹類的葉蟎發生情況。此外，檬果上主要發生檬果葉蟎（*Oligonychus mangifera*（Rahman et Punjab））爲害[5]，亦未列入本次調查。

表 3. 各縣果樹採得葉蟎樣品數

Table 3. Number of spider mite samples collected from fruits in various counties.

Crops	No. of samples	Tao-yuan	Tai-chung	Nan-tou	Chang-hua	Yun-lin	Chia-yi	Kao-hsiung	Pin-tun	Tai-tun	Ilan
Banana	6		1	3	2						
Carambola	31		5	2			1	2	21		
Grape	41		16	6	17	2					
Guava	27			4	1	2		20			
Indian jujube	18							12	6		
Jellifig	1			1							
Lemon	1			1							
Litchi	1			1							
Loquat	25		19	6							
Mandarin	1					1					
Papaya	93		1	22	5	19	5	28		11	2
Passion fruit	1			1							
Peach	13		11	2							
Pear	8		6	1			1				
Persimmon	1		1								
Pomelo	6			2	1	3					
Sugar apple	6			1						5	
Sum	280		60	53	26	27	7	62	27	16	2

部分果樹上發現的葉蟎種類較爲單純，楊桃（*Averrhoa carambola* L.）共採取31個樣品，主要來自屏東，除嘉義 1 樣品爲 TK、屏東有 3 樣品混生 PC 與 TK 外，其餘（中、投、高、屏）清一色爲 PC（圖 4）。張德前和劉達修[6]及溫宏治[11]在楊桃上發現的葉蟎，亦以 PC 爲主。彼等在楊桃園尙發現有 TU、TC 及東方褐葉蟎（*Eutetranychus orientalis*（Klein）），而本調查未曾採得此三葉蟎。從前後幾次調查來看，爲害楊桃的葉蟎以 PC 爲主，迨無疑義。唯 TK、TU 及 TC 是否會在部分楊桃園，或是在某些月份成爲主要害蟎，亦應進一步予以瞭解。張和劉的調查中，東方褐葉蟎的發生次於 PC，但高於 TU，不知發生此蟎的果園是否爲其調查園中的未施藥園。

蕃石榴（*Psidium guajava* L.）有27樣品，大多採自高雄，除 1 樣品爲 PC（高）外，餘全爲 OL。印度棗（*Ziziphus mauritiana* Lam）18樣品均採自高、屏二縣，幾乎全爲 PC，僅高雄有 1 樣品爲 TC，另 1 樣品混生 TK。溫宏治亦報導印度棗上會發生TC[10]，本調查增列 TK，然而主要

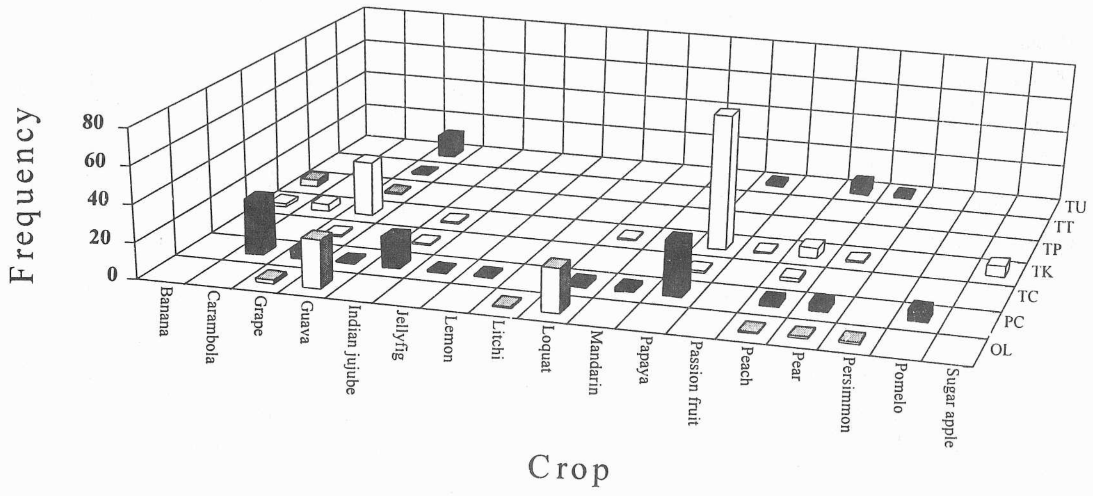

圖 4. 果樹類作物採得七種葉蟎之頻度

Fig. 4. Collecting frequency of 7 spider mite species from fruit trees.

種類不變，均爲 PC。枇杷（*Eriobotrya japonica* Lindl.）在臺中縣及南投縣調查25樣品，除1樣品（中）爲 PC 外，餘24樣品均發生 OL，其中又有1樣品（中）混生 PC 及 TK。枇杷上發見的葉蟎，過去僅報導有 OL(13)，現增列 PC 及 TK，然應視爲偶發性者。

葡萄、木瓜及桃上所發生葉蟎種類變化較大，分述如下。葡萄（*Vitis* spp.）葉蟎共調查41個樣品，主要採自臺中及彰化二縣，南投及雲林縣樣品數較少。7種主要爲害農作物的葉蟎均曾出現，TK 出現次數最多，TU 其次，其餘葉蟎出現次數較少，且多與 TK、TU 混合發生。各縣發生種類又略有差異，7種葉蟎中僅 TK 及 TU 在四縣均有發現，其餘5種葉蟎則發生不一，臺中縣有 OL、PC，南投縣有 TP、TT，彰化縣有 PC、TC，雲林縣有 OL。Lo(17)、Tseng(18)及章加寶(7,8)均曾報導葡萄上的葉蟎，共記錄有9種，本次調查又增添 TT 1種。章氏在論及葡萄害蟲時僅列出神澤氏葉蟎及二點葉蟎2種，本調查的各項數據亦顯示爲害葡萄的葉蟎以 TK 及 TU 爲主。唯筆者近10年來各地葡萄園採樣的經驗指出，TK 及 TU 的發生受季節、施藥影響，TU 的重要性不在 TK 之下。

木瓜（*Carica papaya* L.）採樣93個，主要來自高雄、南投、雲林及臺東縣，其中發生 TK 的樣品有60個，PC 18個，保護手册上所列的 TC 採得次數反而不高，僅在雲林縣採得1次；另12個樣品混合發生 TK 及 PC，2個混合發生 TK 及 TU（投）。除高雄縣外，各縣樣品上主要發現的都是 TK。高雄縣 TK 與 PC 出現的頻率相近似，有2樣品尙混含二者；此外，PC 亦出現在南投、彰化、雲林、臺東等縣。1994年筆者數次在南投和嘉義的網室木瓜園中發現 TU 爲害，故木瓜亦有發生 TU 爲害的可能。

桃樹（*Prunus persica Batsch*）樣品13個，採自臺中、南投二縣，共發現5種葉蟎。南投2樣品各爲 PC 及 TC；臺中11樣品，發生 TK及 TU 的樣品各有2個，PC 和 OL 各1個；另4樣品混生 TK 及TU，1樣品混生 PC、TC 及 TU；整體看來以 TK 及 TU 發生頻度略高。

有數種果樹所採樣品數低於10個，由於樣品不多，未能對主要爲害的葉蟎種類提供進一步資訊。

唯亦陳述所發現葉蟎種類於下，以供聯合前人所做報導來參考使用。香蕉（*Musa* spp.）上有 TP 及 TK 爲害；柚子（*Citrus grandis* Osbeck）及柳丁（*Citrus* spp.）上只發現 PC；蕃荔枝（*Annona squamosa* L.）上只發現 TK。謝進來調查蕃荔枝害蟲，發現有 5 種葉蟎，而以茶葉蟎爲主 [15]。本次調查 6 個蕃荔枝樣品中均未發現茶葉蟎，臺東樣品爲謝君採供，則蕃荔枝上葉蟎與前有所不同，是否因農事操作而致有改變，有賴進一步探討。梨上發現 4 種葉蟎，以 PC 出現 4 次較多。百香果（*Passiflora edulis* Sims.）、檸檬（*Citrus limon* Bur）、柿子（*Diospyros kaki* L.f.）、愛玉子（*Ficus awkeotsang* Mak）及荔枝（*Litchi chinensis* Sonner）子均只採樣一次，所發現的葉蟎分別爲 TK、PC、OL、PC 及 OL。

本調查取樣時以交通方便地區爲主，對種植於山區地帶之作物取樣甚少，是以柑桔類樣品數目極少，溫帶果樹亦未採樣。以往梨樹葉蟎不論海拔高低，均以 TU 爲主，本調查雖採有少數梨樣品，卻未能反應出此狀況。較高海拔山區的溫帶果樹上，歐洲葉蟎（*P. ulmi*（Koch））的重要性亦不應忽視。而山查葉蟎（*T. viennensis* Zacher）在入侵臺灣後，其分布及爲害則迄無研究調查資料。

四、雜糧作物類

調查的 3 種雜糧作物54個有效樣品主要採自彰化及雲林二縣(表 4)。OL、PC 及 TP 均未發現，以 TK 出現26次頻度最高（48.1%），TC 19次（35.2%）及 TT 11次（20.4%）也不少，而 TU 僅在 5 樣品中採得（圖 1）

表 4. 各縣雜糧作物採得葉蟎樣品數

Table 4. Number of spider mite samples collected from dry land crops in various counties.

Crops	No.of samples	Taichung	Changhua	Yunlin	Chiayi	Pintung
Peanut	46		28	14	4	
Sorghum	1	5	1			1
Soybean	7		1			
Sum	54	5	30	15	4	1

花生（*Arachis hypogaea* L.）46樣品採自彰化、雲林及嘉義、發現 TC、TK、TU、TT 等 4 種葉蟎，整體以 TK 出現次數最高，但各縣間略有不同。彰化以 TC 16樣品最多，TK 7 樣品及 TT 5 樣品其次，TU 在 2 樣品中與TC 混合發生較少；雲林主要爲 TK，其餘 3 葉蟎只在1～2樣品中單獨或與 TK 混合發生；嘉義則全發現 TT，僅 1 樣品混有 TK（圖 5）。大豆（*Glycine max* Merrill）7 樣品採自臺中、彰化及屏東縣，除臺中 1 樣品爲 TC 外，其餘均發生 TK，其中 1 樣品還混合有 TT（中）。高粱（*Sorghum bicolor* Moench）在嘉義採得 TU，唯筆者曾在雲林縣高粱上採得葉蟎屬的其他種類，惜其時因缺乏雄蟎，而未能鑑定種類。

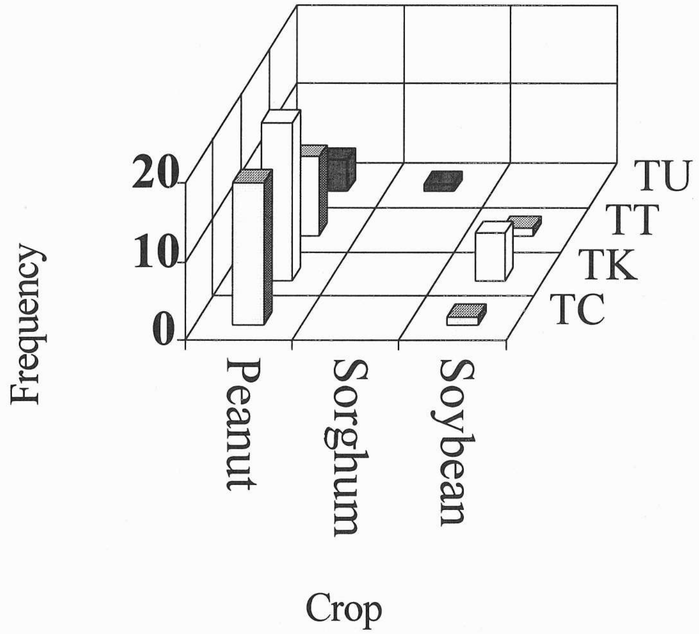

圖 5. 雜糧作物類採得四種葉蟎之頻度

Fig. 5. Collecting frequency of 4 spider mite species dry land crops.

五、雜項

三種植物上採得19個有效樣品（表 5），上含除 OL 及 TU 以外的 5 種葉蟎（圖 6）。檳榔（*Areca cathecu* L.）11樣品除南投有 2 樣品爲 TK 外，餘均爲 TP，也因此導致雜項類中 TP 有最高的採集記錄。胡麻（*Sesamum indicum* L.） 6 樣品中，TC、TT、TK 分占了 3 （南）、2 （嘉、南）、1 （嘉）個。苧麻（*Boehmeria nivea* Hook）在嘉義縣樣品上爲 TT，南投縣樣品爲 TC。

表 5. 各縣雜項作物採得葉蟎樣品數

Table 5. Number of spider mite samples collected from miscellaneous plants in various counties.

Plants	No.of samples	Taichung	Nantou	Changhua	Chiayi	Tainan
Betel nut	11	1	10			
Ramic	2		1		1	
Sesame	6			1	1	4
Sum	19	1	11	1	2	4

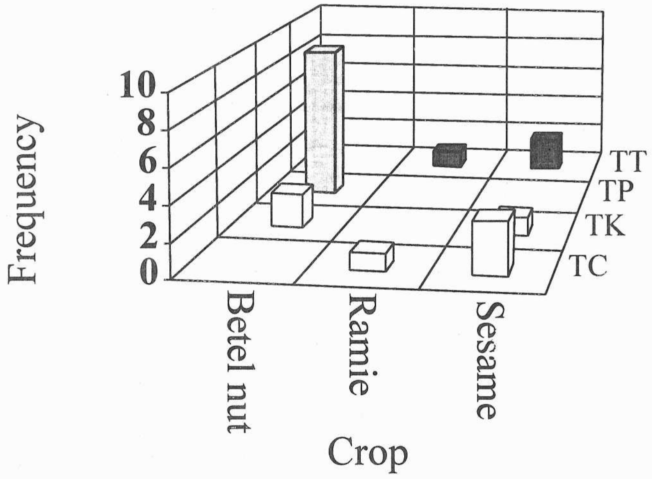

圖 6. 雜項作物上採得四種葉蟎之頻度

Fig. 6. Collecting frequency of 4 spider mite species from miscellaneous crops.

常發生的葉蟎包含三屬，雖然葉蟎體小，不易辨別，但有經驗的工作人員可利用下列特色試行區分。*Panonychus* 體背剛毛著生於瘤突上。可與 *Oligonychus* 及 *Tetranychus* 屬區分；而 *Oligonychus* 屬的茶葉蟎（*O. coffeae* Nietner）、荔枝葉蟎及檬果葉蟎顏色較暗沉，亦可與前二者區分。至於 *Tetranychus*屬的 5 種葉蟎，二點葉蟎色綠，可憑藉以與其它 4 種區別。但赤葉蟎、神澤氏葉蟎、偽二點葉蟎及皮氏葉蟎均為紅色，除以雄成蟎製作玻片標本鑑定外，目前尚無簡易的區分方法。

部份作物上主要發生它種葉蟎，但極少數樣品上會發現皮氏葉蟎，以現有資料得知檳榔及香蕉為較易發生皮氏葉蟎的作物，因此鄰近此二作物者。可能會異常地自此二作物傳得皮氏葉蟎。是以大多數農作物上，所面臨要予以區分的為 TC、TK 與 TT，也只有製做玻片鑑定一途。

過去的經驗顯示，少數的樣品或局部地區的調查，有可能漏失主要為害的種類，或是只能代表局部地區的情形。因此本文中許多作物僅有少量樣品，所記載的葉蟎種類可供目前參考，有待將來以較完善的調查資料修正。

誌　謝

本研究蒙行政院農業委員會81-農建-12.2-糧-23(4)及82-科技-2.3-糧-11(4)計畫補助試驗經費，並蒙王雪香、劉達修、王文哲、顏福成、郝秀花、謝進來、徐保雄諸君協助提供各地經濟植物葉蟎樣品，楊偉正副研究員、黃肇家博士校正作物學名，謹此深致謝忱。

引用文獻

1. 方敏男。1994。豌豆害蟲種類調查及防治試驗。臺中區農業改良場研究彙報45：27-43。
2. 王清玲。1991。花卉害蟲彩色圖說。豐年社166頁。
3. 何琦琛、陳文華。1992。茄園葉蟎種類及赤葉蟎、南黃薊馬、二點小綠葉蟬在茄園之季節消長。中華昆蟲12：259—268。
4. 何琦琛、羅幹成、陳文華。1995。臺灣為害經濟植物之葉蟎種類及12種殺蟎劑對 2 種主要葉蟎之毒性測試。中華

農業研究44：157—165。

5. 李錫山。1988。檬果主要害蟲之生態與防治。果樹害蟲綜合防治研討會。中華昆蟲特刊第二號：71—79。

6. 張德前、劉達修。1986。楊桃葉蟎類族群消長及藥劑防治試驗。植保會刊28：263—272。

7. 章加寶。1988。葡萄害蟲及其它有害動物種類及其季節消長。中華昆蟲8：39—49。

8. 章加寶。1989。臺灣葡萄害蟲及其它有害動物生態與管理技術。興農雜誌社119頁。

9. 黃啓鐘、蔡竹固、童伯開。1991。臺灣南部地區天堂鳥病蟲害初步調查。嘉義農專學報25：197—208。

10. 溫宏治。1988。印度棗主要害蟲之生態與防治。果樹害蟲綜合防治研討會。中華昆蟲特刊第二號：107—116。

11. 溫宏治。1988。楊桃上柑桔葉蟎（*Panonychus citri*（McGregor））之發生及藥劑防治。中華農業研究37：100—104。

12. 溫宏治、呂鳳鳴、郝秀花。1991。臺灣南部絲瓜害蟲及其它有害動物種類及季節消長。中華農業研究40：204—208。

13. 劉添丁。1994。枇杷主要害蟲防治技術。枇杷生產技術研習會專集。臺灣省臺中區農業改良場特刊第34號：197—203。

14. 鄭明發、鄭秋玲。1992。竹葉蟎（*Oligonychus uruma* Ehara）之生物學研究。中華昆蟲12：21—29。

15. 謝進來。1988。番荔枝主要害蟲之生態與防治。果樹害蟲綜合防治研討會。中華昆蟲特刊第二號：117—132。

16. 羅幹成、何琦琛、曾信光。1984。草莓葉蟎之生態研究。中華農業研究33：337—344。

17. Lo, P. K. C. 1968 Tentranychoid mites infesting fruit plants in Taiwan。Bull. Sun-Yet-Sen Cult. Found. No. 2.

18. Tseng, Y. H. 1978 Systematic and distribution of phytophagous and predatory mites on grape in Taiwan. Part I. Phytophagous mites. J. Agric. Assoc. China, new series 88:56-73.

Spider Mite (Acari: Tetranychidae) on Various Crops in Taiwan[1]

Chyi-Chen Ho, Kang-Chen Lo and Wen-Hua Chen[2]

Summary

Eight hunderd and thirty-four samples were collected from sixty-six crops that including flowers and ornaments, vegetables, fruit trees, dry land crops, and miscellaneous plants, to survey the spider mite pest in Taiwan. These samples were grouped into flowers and ornaments, vegetables, fruit trees, dry land crops, and miscellaneous plants. *Oligonychus litchii* Lo & Ho, *Panonychus citr* (McGregor),*Tetranychus cinnabarinus* Boisduval, *T. kanzawai* Kishida, *T. piercei* McGregor, *T. truncatus* Ehara, and *Tetranychus urticae* Koch, were found from 9, 3,15, 17.3, 0.83, and 69.9 percent of the flower and ornament samples, respecitively.; and were found from 0.6, 0.9, 8.9, 65.5, 3.2, 21.3, and 22.4 percent of the vegetable samples, respectively; These percentages were 19.9, 36.3, 1.8, 44.8, 1.8, 0.7, and 8.2 percent for fruit tree samples; 0, 0, 35.2, 48.1, 0,20.4, and 9.3 percent, respectively for dry land crops; and 0, 5, 20, 15, 45, 15 and 0 percent, respectively, for miscellaneous plants. The number of samples of each crop collected from various counties, and the spider mite species identified from each crop were reported.

Key words : Crops, Spider mite, Infestation frequency.

1 Contribution No. 1918 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2 Respectively, Research Fellow, Research Fellow and Head and Assistant, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(4)：347～376（1997）

臺灣薊馬之種類(4)[1]

王　清　玲[2]

摘要：本文爲系列記述臺灣薊馬種類之報告，包括薊馬科（Thripidae）薊馬亞科（Thripinae）薊馬族（Thripini）21屬中之10屬21種，每種之描述包括名稱、形態特徵、棲所植物、世界分布等。

關鍵詞：薊馬、臺灣、種類描述。

薊馬科 FAMILY THRIPIDAE
薊馬亞科 Subfamily Thripinae
薊馬族 Tribe Thripini

前胸前後緣約等長，後胸內叉骨並不特別粗大，腹部第1－4節背板中對毛無或其間距離比毛長。

呆薊馬屬 Genus *Anaphothrips* Uzel

Anaphothrips Uzel, 1895：142. 模式種：*Thrips obscura* Muller, 1776.

長翅型或短翅型。觸角8或9節，第3、4節有叉狀感覺錐。單眼前毛2對。前胸背板無顯著長毛；中胸有內叉骨刺，後胸無。前翅上下脈毛短小且排列不均勻。腹部第8背板梳毛完整；第10背板縱裂完全。

世界共約30種。

粟帶薊馬 *Anaphothrips* （*Neophysopus*） *sudanensis* Trybom（圖1）
（蘇丹呆薊馬）

Anaphothrips （*Neophysopus*） *sudanensis* Trybom, 1911：1.
Euthrips sudanensis （Trybom）：Karny, 1912：333.
Anaphothrips bicinctus Hood, 1925：50.
Anaphothrips bicolor Morgan, 1925：4.
Anaphothrips alternans （Bagnall）：Bagnall, 1926：642.
Anaphothrips piercei Moulton, 1936：265.

雌蟲（長翅型）製片後體長1－1.4 mm。頭胸褐色，腹部第1、2節及6－10節褐色，第3－5節淡黃色。觸角第3節黃色，第4節黃色或淡褐色，其餘各節褐色。前翅基部1/4幾乎無色，其後有淡褐色帶，約占翅長1/4，其餘部分淡黃色。足黃色，腿節稍褐。

頭稍寬於長，長度約如前胸，其背面在複眼後方具6支剛毛，呈一行排列；複眼後有橫紋，頰兩

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1919 號。
2. 本所應用動物系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

邊幾乎平行。單眼間毛小，位於後單眼之正上方。口錐寬圓，伸達前胸腹板中央，小顎鬚 3 節。觸角 8 節，第 3 、 4 節各有叉狀感覺錐，第 6 節內側中央之單一感覺錐甚長，伸達第 7 節中部。

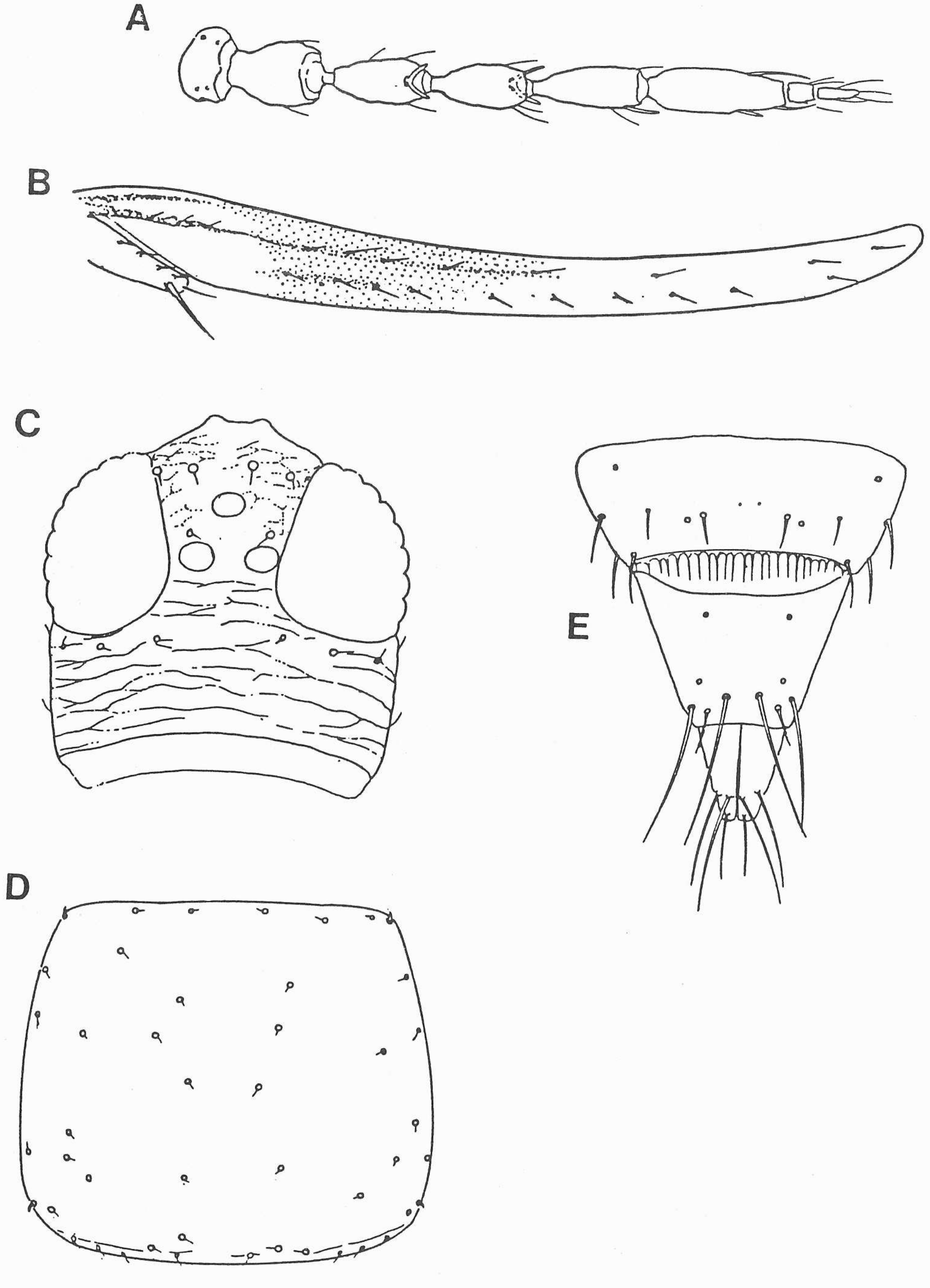

圖 1. 栗帶薊馬 *Anaphothrips* (*Neophysopus*) *sudanensis* Trybom (♀): A. 觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第 8 ～10背板。

Fig. 1. *Anaphothrips* (*Neophysopus*) *sudanensis* Trybom (♀): A. antenna; B. fore wing; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergites VIII-X.

前胸略寬於頭，背板無明顯橫紋，有短毛；中胸內叉骨有刺，後胸則無刺。前翅端部向前略彎，上脈毛 9 —11支，下脈毛 8 —10支，後緣纓波狀。後足脛節內緣有一排 4 — 5 根刺。

腹部第 6 、 7 背板後緣兩側有鋸齒狀突出；第 8 背板後緣梳毛完整；第10背板縱裂完全。第 2 — 7 腹板各節後緣毛 3 對，無附毛。

雌蟲（短翅型）前翅退化，透明，橢圓形，長度僅達後胸後緣，無後翅。其餘特徵與長翅型相同，但體色變異較多：頭褐色。前胸褐色，中後胸褐色或黃色或桔黃色；或前、中後胸均為桔黃色。腹部第 1 、 2 節褐色，第 6 節全部或僅後半部褐色，第 7 —10節褐色。

雄蟲身體顏色與大小與雌蟲差異大，不容易判斷為本種。根據Kudo（1989）資料本種之雄蟲為短翅型，前翅只餘一短小之鱗瓣。製片後體長 0.6—0.9 mm，身體淡黃色。觸角第 1 、 2 節淡黃，第 3 節黃色，第 4 、 5 節黃色，末端稍褐，第6節以後均為褐色。腹部第 3 — 7 腹板有不明顯腺室。

分布：臺灣、印尼、印度、斯里蘭卡、以色列、埃及、蘇丹、索馬利、南非、英國、摩洛哥、波多黎各、古巴、塞普路斯、澳洲。

棲所植物[a]：世界上已記錄的包括煙草（*Nicotiana* sp.）、稻（*Oryza sativa*）、麥（*Triticum* sp.）、玉蜀黍（*Zea mays*）、番茄（*Lycopersicum esculentum*）、柑桔（*Citrus* sp.）。在臺灣曾於印度棗（*Zizyphus jujuba*）、甘蔗（*Saccharum* sp.）、牽牛花（*Ipomoea nil*）、月桃（*Alpinia formosana*）上採得，並普遍存在於假馬唐（*Digitaria adscendens*）、飛揚草（*Euphorbia hirta*）、柴果馬唐草（*Digitaria violascens*）、巴拉草（*Brachiaria mutica*）等草類。

標本檢查：3 ♀（長翅） 4 ♀（短翅），農試所，雜草，XI—1990；2 ♀（長翅），農試所，玉米，VIII—1990；6 ♀（長翅） 1 ♀（短翅），南投，雜草，XI—1990；2 ♀（長翅） 1 ♀（短翅），大坑，雜草，IV，X—1990；3 ♀（長翅），雜草，墾丁，II，V—1991；2 ♀（短翅），墾丁，雜草，IV—1993。

蔓豆薊馬屬 Genus *Ayyaria* Karny

Ayyaria Karny, 1926：193. 模式種：*Ayyaria chaetophora* Karny, 1926.

觸角 8 節。前胸左右前緣有1支長毛，左右後緣角各有 2 支長毛，背板中央無剛毛。前翅上下脈毛粗大。腹部背板有網紋，第 8 背板後緣梳毛完整。

棉紋薊馬 *Ayyaria chaetophora* Karny（圖2）
（豇豆毛薊馬、蔓豆薊馬）

Ayyaria chaetophora Karny, 1926：193.

Parafrankliniella fasciatus Kurosawa, 1937：271.

雌蟲製片後體長約 1.4 mm。體深褐色。觸角第 1 、 2 節深褐色，第 3 — 5 節端部1/3淡褐外其餘淡黃色，第6節基部1/3淡黃色，端部淡褐色，第 7 、 8 節淡褐色。前翅有兩褐色區，其餘部份無色透明。各腿節深褐色，前足脛節黃棕色，端部1/3較淡；中、後足脛節淡黃色，各跗節淡黃色。

頭部兩頰平直。單眼前毛 2 對，單眼間毛甚長，位於後單眼前方之 3 個單眼連線上。小顎鬚 2 節。觸角細長，共 8 節，第 3 、 4 節叉狀感覺錐細長。

前胸背板無紋，左右前緣各有 1 支長毛，左右後緣角各有 2 支長毛，側緣及後緣之中央各有長度

a.本文所記載各種薊馬之棲所除臺灣所採集記錄者外，均依據 Jacot－Guillarmod（1970—75）之文獻記載。

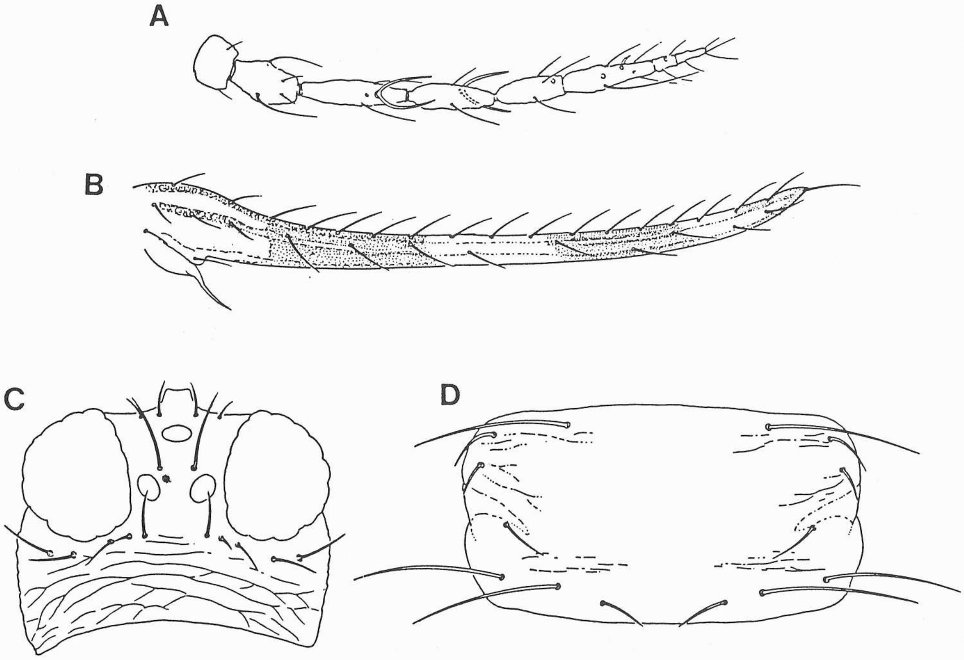

圖 2. 棉紋薊馬 *Ayyaria chaetophora* Karny（♀）：A. 觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板。

Fig. 2. *Ayyaria chaetophora* Karny（♀）：A. antenna; B. fore wing; C. head; D. pronotum.

相似的短毛；中、後胸腹板內叉骨皆有刺。前翅上脈基部褐色區有毛 3 支，端毛 3 支，下脈毛 3 支，第 1 支位在翅中央。足細，各足腿節、脛節有橫紋，各跗節細長，2 節；後足脛節內有刺 7 根。

腹部第 1 — 7 節背板有多角形網紋；第 8 背板前緣與兩側有網紋，後緣梳毛完整；第 9 節具 5 對長毛；第10背板不分裂。腹板無附毛。

雄蟲臺灣尚未記錄本種之雄蟲。根據資料雄蟲體色形狀與雌蟲相似，但較小，長約 1 *mm*。腹部第 9 節長度約為第 8 節之 2 倍，其背板中央有 1 對矛狀毛，著生於突出之基座上，兩側又各有 1 支剛毛，較細長，剛毛下方有數個刺突。

分布：臺灣、中國大陸、印度、日本、南太平洋。

棲所植物：豇豆（*Vigna catiang*）、大豆（*Glycine* sp.）、刀豆（*Canavalia ensiformis*）、草棉（*Gosspim indicum*）、扁豆（*Dolichos lablab*）、蓖麻（*Ricinus communis*）、鐵莧菜（*Acalypha* sp.）、巴豆（*Croton* sp.）、大豆（*Glycine max*）、黃麻（*Corchorus capsularis*）。在臺灣曾於亞麻、豆科（*Leguminosae*）植物上採得。

標本檢查：17♀，農試所，亞麻，X—1990；2♀，南投，豆科植物，XI—1990；1♀，農試所，豆科植物，V—1992。

貝薊馬屬 Genus *Bathrips* Bhatti

Bathrips Bhatti, 1962：34. 模式種：*Taeniothrips melanicornis* Shumsher Singh, 1946.

觸角 8 節，第 3 、 4 節有叉狀感覺錐。前胸左右後緣角各有 2 支長毛。前翅下脈毛 4 支，鱗瓣毛 3 支。

茉莉貝薊馬 *Bathrips jasminae* Ananthakrishnan (圖3)

Bathrips jasminae Ananthakrishnan, 1968 : 260.

雌蟲製片後體長 1.3—1.4 mm。身體褐色，腹部顏色較頭、胸淡。第 2 — 8 背板前緣脊深褐色。觸角各節黑色。翅褐色。足淡黃色。

頭寬於長，頰平滑，後頭區有數排橫網紋。前單眼兩旁有一對毛，後單眼間有一對長毛，眼後毛中之1對在後單眼下方。小顎鬚 3 節。觸角 8 節，第 3 、 4 節具叉狀感覺錐。

前胸左右後緣角各有 2 支長毛，其內後緣有 2 對毛，內側者較長。前翅前緣毛18—19支，上脈毛基部 5 支，末端 3 支，下脈毛 4 支。

腹部第 1 、 2 背板全部及第 3 — 8 背板兩側有橫紋；第 8 背板後緣無梳毛；第10背板完整。第 3 — 7 腹板後緣毛 3 對，無附毛。

雄蟲不詳。

分布：臺灣、印度。

棲所植物：桂花 (*Osmanthus* sp.) 、茶 (*Camelia sinensis*) 、茉莉 (*Jasmine* sp.)。

標本檢查： 1 ♀，農試所，茉莉，Ⅻ—1987；霧社，桂花，Ⅰ—1991； 1 ♀，蓮華池，茶樹，Ⅰ—1991。

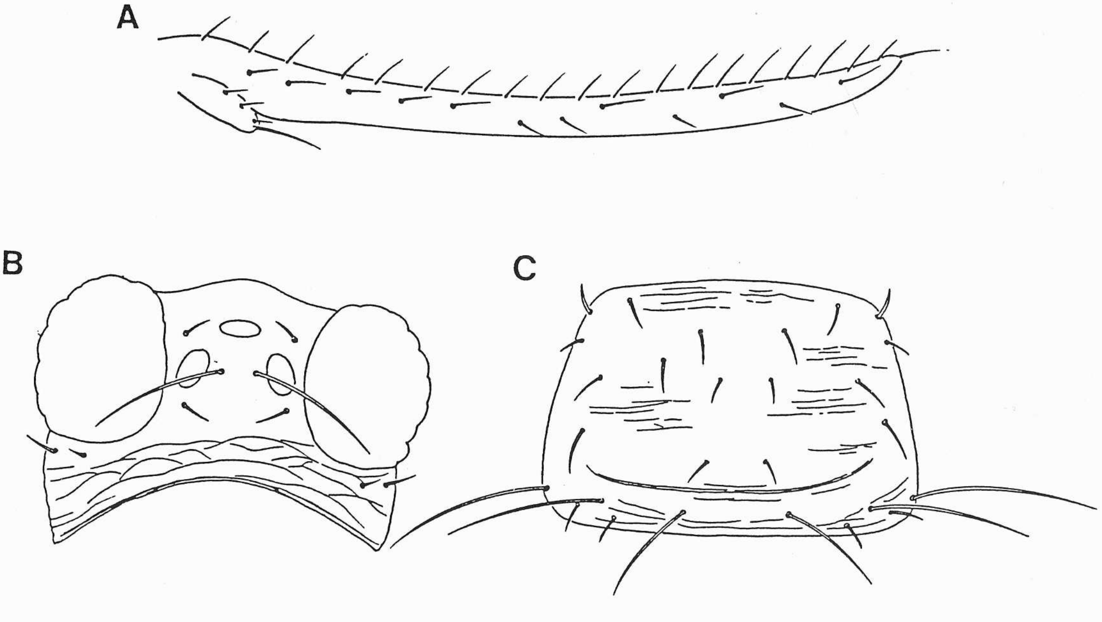

圖 3. 茉莉貝薊馬 *Bathrips jasminae* Ananthakrishnan (♀)：A. 前翅；B. 頭； C. 前胸背板。

Fig. 3. *Bathrips jasminae* Ananthakrishnan (♀)：A. fore wing; B. head; C. pronotum.

黑角貝薊馬 *Bathrips melanicornis* (Shumsher Singh) (圖4)

Taeniothrips melanicornis Shumsher Singh, 1946 : 166,179.

Bathrips melanicornis (Shumsher Singh) Bhatti, 1962 : 34.

雌蟲製片後體長 1.3—1.4 mm。身體各部分別爲淡黃色與褐色：頭淡黃，後頭區淡褐，眼紅色素明顯。前胸淡黃，背板中央有兩條褐色縱帶，中後胸淡黃夾雜淡褐。腹部淡黃色，各節背板中央淡褐色，在第 3 — 8 節形成前寬後窄之T形褐色斑紋。觸角黑褐色，爲全身最黑的部分，只第 3 節末端較淡。翅褐色。足淡黃色。

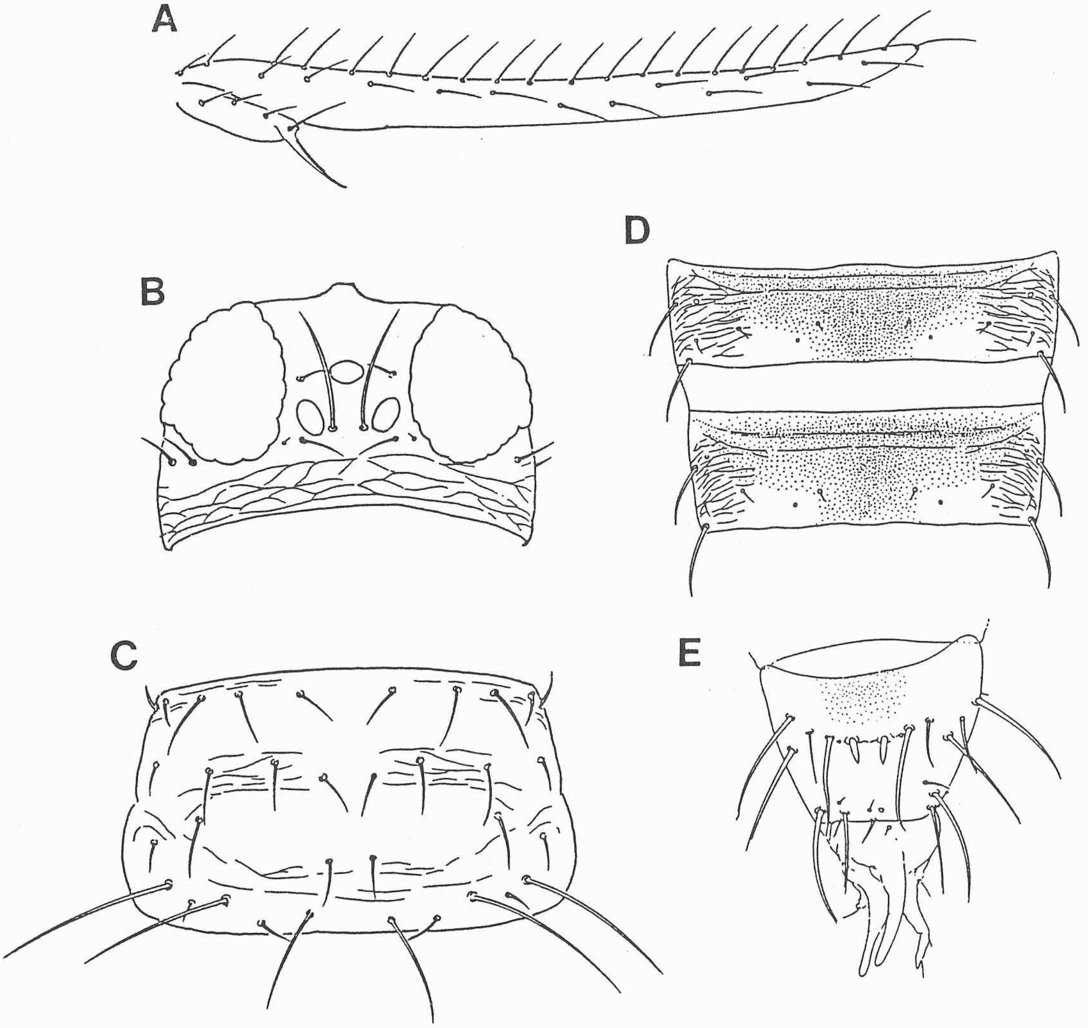

圖 4. 黑角貝薊馬 *Bathrips melanicornis* (Shumsher Singh) (♀) : A. 前翅 ; B. 頭 ; C. 前胸背板 ; D. 腹部第 4 、 5 背板 ; (♂) : E. 腹部末端。

Fig. 4. *Bathrips melanicornis* (Shumsher Singh) (♀) : A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. abdominal tergites IV,V;(♂) : E. abdominal terminal.

頭寬於長，頰平滑，複眼與頰約等長，後頭區有數排橫網紋。前單眼兩旁有一對毛，後單眼間有一對長毛，眼後毛有 1 對在後單眼下方。小顎鬚 3 節。觸角 8 節，第 3 、 4 節具叉狀感覺錐。

前胸左右後緣角各有 2 支長毛，其內後緣有 2 對毛，內側者較長。前翅脈毛發達，前緣毛21—24支，上脈毛基部 5 支，末端 3 支，下脈毛 4 支。

腹部第 1 、 2 背板全部及第 3 — 8 背板兩側有橫紋；第 8 背板後緣無梳毛；第10背板完整。第 2 — 7 腹板後緣各有 3 對毛，無附毛。

雄蟲形狀顏色與雌蟲相似，體形較小。觸角第1節淡褐，第 2 節淡黃，第 3 — 8 節深褐色。腹部第 9 背板中央具有一對粗黑之矛狀毛；第7節腹板有一橢圓形腺室。

分布：臺灣、緬甸、印度。

棲所植物：在臺灣曾於茉莉（*Jasminum* sp.）上嚴重發生，亦可在馬纓丹（*Lantana camara*）上採得，其它地區有記錄之棲所尚包括桑（*Morus* sp.），牽牛（*Ipomoea* sp.）葉部。

標本檢查：1 ♀，農試所，茉莉，Ⅵ—1987；2 ♀，臺中，Ⅹ—1989；1 ♀，臺中，馬櫻丹，ⅩⅠ—1989。

包薊馬屬 Genus *Bolacothrips* Uzel

Bolacothrips Uzel, 1895：30, 39, 45, 57, 211。

Bolacothrips Priesner, 1930：6. 模式種：*Bolacothrips jordani* Uzel, 1895.

身體狹長，頭略長於寬。觸角 7 節，細長，第 3 、 4 節有單一感覺錐。前胸左右後緣角各有 2 支長毛，前緣有 1 對長毛。前翅寬，有粗脈毛。腹部第 8 背板中央無梳毛；第10背板除基部外均分裂。

褐尾包薊馬 *Bolacothrips graminis* (Priesner) (圖5)

Bolacothrips graminis Priesner, 1930：6.

Bolacothrips graminis (Priesner)：Bhatti, 1983：492.

雌蟲製片後體長約 1.6 mm。身體淡黃色，腹部第 2 — 7 背板前緣脊褐色，第 9 、10節褐色。觸角第 5 節末端及第 6 、 7 節淡褐色。翅淡黃，具有兩處淡褐色帶，以靠近翅基部的一個較明顯。

頭長於寬，頭頂突起，頰長度約爲複眼長之兩倍。前單眼之兩側有 1 對長毛，其前方頭頂兩側各有一支短毛；眼後毛有 2 對在後單眼下方，成縱向排列，複眼後各有一支長毛，其後下方與前上方各有一短毛。小顎鬚 2 節。觸角 7 節，第 3 、 4 節各具單一感覺錐。

前胸前緣具 1 對長毛，後緣角各具 2 支長毛，其中內側毛長於外側者。前翅上脈毛15—17支，下脈毛11—14支。前腿節稍膨大。

腹部細長，第 1 — 8 背板後緣兩側具短刺狀梳毛；第8背板後緣中央無梳毛，兩側有微毛梳；第10背板部分縱裂。腹板具原毛及附毛，第 3 — 7 節附毛成兩橫列著生。

雄蟲個體較小，顏色比雌蟲更淡，觸角第 5 、 6 節基部爲淡黃色。

分布：臺灣、埃及。

棲所植物：高粱（*Sorghum vulgare*）、棒頭草（*Polypogon monspeliensis*）、狗牙根（*Cynodon dactylon*）、稷（*Panicum colonum*）、白茅（*Imperata clinduica*）、玉蜀黍（*Zea mays*）、蘆（*Phragmites communis*）、甘蔗（*Saccharum* sp.）、荊三稜（*Scirpus* sp.）

標本檢查：1 ♀，埃及，玉米，1996。（英國自然科學博物館 L. A. Mound標本）

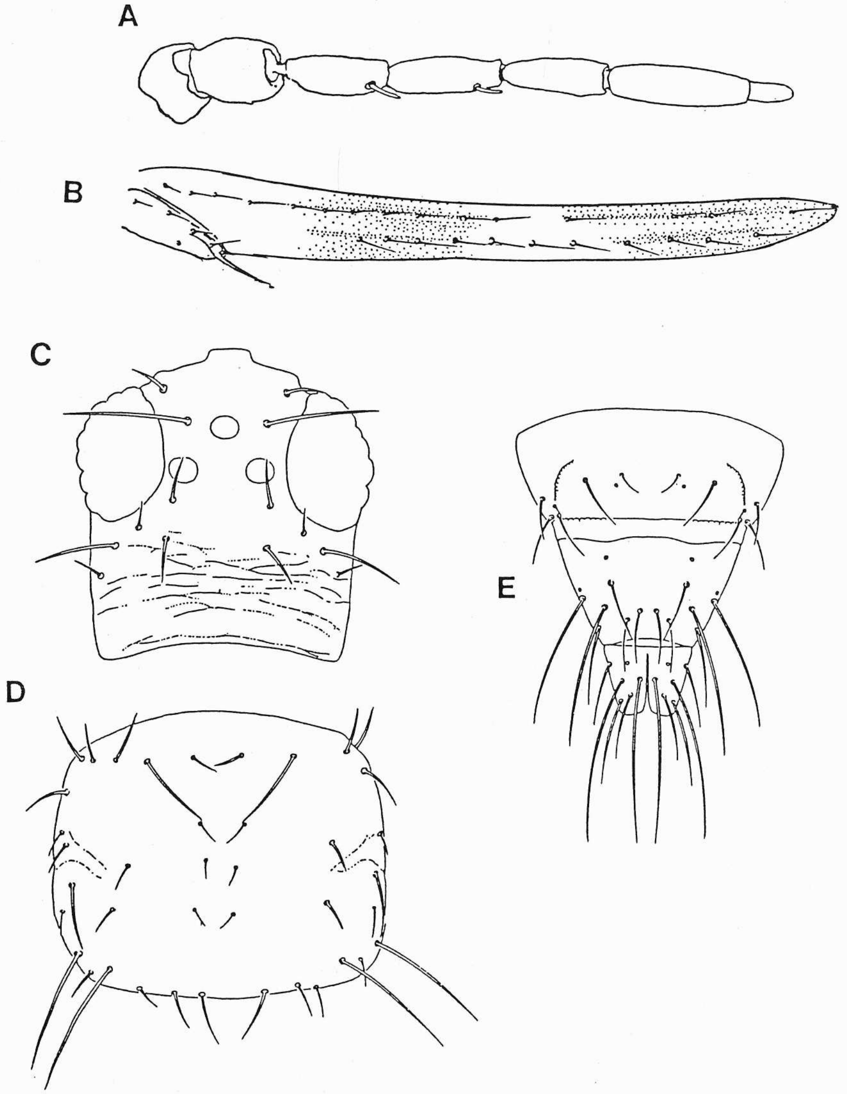

圖 5. 褐尾包薊馬 *Bolacothrips graminis* (Priesner) (♀)：A. 觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第8～10背板。

Fig. 5. *Bolacothrips graminis* (Priesner) (♀)：A. antenna; B. fore wing; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergites VIII-X.

東方包薊馬 *Bolacothrips striatopennatus* (Schumtz)

Thrips striatopennatus Schumtz, 1913：1001, 1002.

Bolacothrips orientalis Priesner, 1935：359.

Bolacothrips striatopennatus (Schumtz)：Bhatti, 1983：492.

雌蟲體淡黃色，胸部與第 2 腹節顏色較深，腹末顏色不深。觸角第 5 節色暗，第 6 — 7 節深色。前翅有 2 灰褐色橫帶，間隔 3 處透明區。單眼間毛長。前胸背板後緣角各有 2 支長毛，內側者較長。前翅上脈毛11—14支，排列不均勻。腹部第 1 — 8 背板於長翅型者兩旁有紋，短翅型者全部有紋。腹板有附毛；第 8 背板梳毛短小，中央缺。

頭部無單眼，單眼間毛小；腹眼間毛發達，複眼前毛著生於複眼之前角處，眼後毛 2 對，不明顯，尤以內側一對甚小。觸角第1節向側方突出，第 3 、 4 節有單一感覺錐，第5節末端膨大，第 6 節兩側較圓。

前胸寬於長，前緣毛 2 支，左右後緣角各有 2 支長毛，內緣3對，內側一對最長。翅退化成鱗片，有 5 支前緣毛。

腹部第 8 節無梳毛；第 9 節有長毛。第 3 — 7 腹板有寬大之腺室，前緣平直，後緣凹入；室後有附毛，第 6 節最多有 6 或 7 支，第 5 節只有 2 支。

雄蟲淡黃色，身上毛幾乎無色。觸角第 1 — 4 節灰黃，第 5 節基部較灰，第 6 、 7 節深色。

分布：臺灣、印度、斯里蘭卡、印尼、馬來西亞、關島。

棲所植物：洋蔥（Onion）、蔥（*Allium fistulosum*）、雜草。

標本檢查：作者無標本，雌蟲外形描述依據Bhatti（1983）(10)對本種之描述，雄蟲依據Priesner（1935）(41)對 *B. orientalis* ♂之描述。

圍孔薊馬屬 Genus *Chaetanaphothrips* Priesner
（黃鬃薊馬屬）（圖 6 、 7 、 8 ）

Anaphothrips subgenus *chaetanaphothrips* Priesner, 1925：145 模式種：*Euthrips orchidii* Moulton, 1907.

大多數種類身體爲淡黃色。頭寬。觸角 8 節，第 3 、 4 節有叉狀感覺錐(極少數爲單一感覺錐)。前胸後緣毛 5 對；中胸有內叉骨刺，後胸無。前翅上脈毛基部 6 支，端部 3 支，下脈毛 4 支，後緣纓波狀。跗節 2 節。腹部各節背板與腹板後緣均有突緣（flange）；第 8 背板兩側氣孔旁有疣突區（stippled area）；第10背板縱裂完全。

臺灣圍孔薊馬屬各種之檢索表

1. 前翅基部與中央各有一褐色區 ……………………………………………………………………2
—前翅基部透明，中央褐色區很小或無……………………………………中斑圍孔薊馬 *C. leeuweni*
2. 雌蟲腹部第8背板氣孔周圍疣突區未達該節前緣，不規則狀…………………楠圍孔薊馬 *C. machili*
雌蟲腹部第8背板氣孔周圍疣突區達到該節前緣………………………………………………………3
3. 前胸背板後緣毛5對均短小 ……………………………………………………茶淡薊馬*C. theiperdus*
—前胸背板後緣長毛至少1對……………………………………………………………………………4
4. 前胸背板後緣毛外側起第1、3對長，餘短小 …………………………………香蕉鏽薊馬*C. orchidii*
—前胸背板後緣毛外側起第1對最長，餘均短小 ……………………………外單毛圍孔薊馬*C. querci*

中斑圍孔薊馬 *Chaetanaphothrips leeuweni* (Karny)

Euthrips leeuweni Karny, 1914：358, 359.

Scirtothrips clarus Moulon, 1942：8.

Chaetanaphothrips clarus（Moulton)：Mitri & Stannard, 1962：383.

雌蟲製片後體長1—1.1 mm。身體及足淡黃色，產卵管黃褐色。觸角淡黃色，第 4 節最末端、第 5 節末端1/3、第 6 節末半節與第 7 、 8 節爲淡褐色。前翅基部淡褐色，中央有一淡褐色斑，長度不及全翅1/10，此一褐斑有時顏色極淡而接近於無，因此使前翅除基部外幾乎全部透明。

頭寬於長，頰約與複眼等長。單眼毛短小，單眼間毛著生在單眼三角區內。口錐短圓，小顎鬚 3 節。觸角 8 節，第 3 、 4 節具叉狀感覺錐，第 5 節內側感覺錐明顯長於外側。

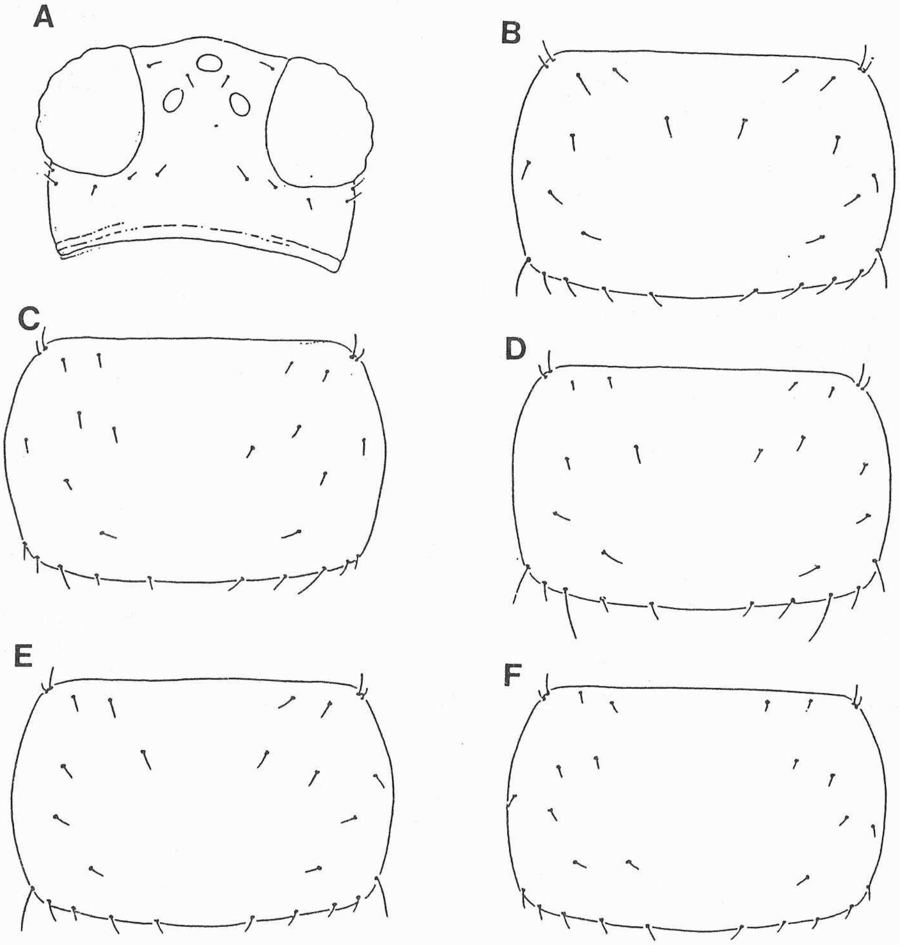

圖 6. 圍孔薊馬屬 *Chaetanaphothrips* 之頭：A：*orchidii*；前胸（B-F)：B：*Leeuweni*；C：*machili*, D：*orchidii;* E：*querci*, F：*theiperdus*。
Fig. 6. *Chaetanaphothrips:* head of A：*orchidii;* pronotum of B：*leeuweni*；C：*machili*, D：*orchidii;*E：*querci;* F：*theiperdus.*

前胸背板毛短小，後緣有 5 對毛，均短小，只有最外側 1 對稍粗長。前翅前緣毛16—23支，上脈毛基部6支，端部 3 支，下脈毛 4 支，排列不均勻。

腹部第 2 — 8 背板有橫紋，中央無；第 8 背板兩側氣孔周圍有特化之不規則疣突區，前方達到該節背板之前緣，略成指狀；此節背板後緣梳毛兩旁有，中央缺；第10背板縱裂完全。第 2 腹板有 2 對附毛，第 3 — 7 腹板無附毛。

雄毛不詳。

分布：臺灣、印度、印尼、日本。

棲所植物：曾發現於 *Eugynothrips persimilis* (Karny) 在 *Conocephalus suaveolens BI.* 之蟲癭中，在臺灣南部普遍存在於草叢與木本植物上。

標本檢查： 3 ♀，墾丁，Ⅳ—1993，分別於蘆葦（*Phragmites Communis*）、月桔（*Murraya paniculata*）、雜草上採得。

楠圍孔薊馬 *Chaetanaphothrips machili* Hood
(樟黃鬃薊馬)

Chaetanaphothrips machili Hood, 1954：245.
Anaphothrips (*Chaetanaphothrips*) *orchidi* [Sic!] (Moulton)：Moulton, 1928：291, 324.
雌蟲製片後體長0.9—1.1 mm。身體及足黃色至黃褐色，頭、胸顏色桔黃，腹部顏色較淡。觸角淡黃色，只第5、6節末端半節及第7、8節爲淡褐色。前翅基部淡褐色，與亞基部透明區約等長，中央淡褐色，約佔全翅1/2，略長於末端透明區。

頭寬於長，頰約與複眼同長。單眼毛短小，單眼間毛1對，著生在後單眼前方，單眼前毛2對。口錐短圓，小顎鬚3節。觸角8節，第3、4節具叉狀感覺錐，第5節內側感覺錐明顯長於外側。

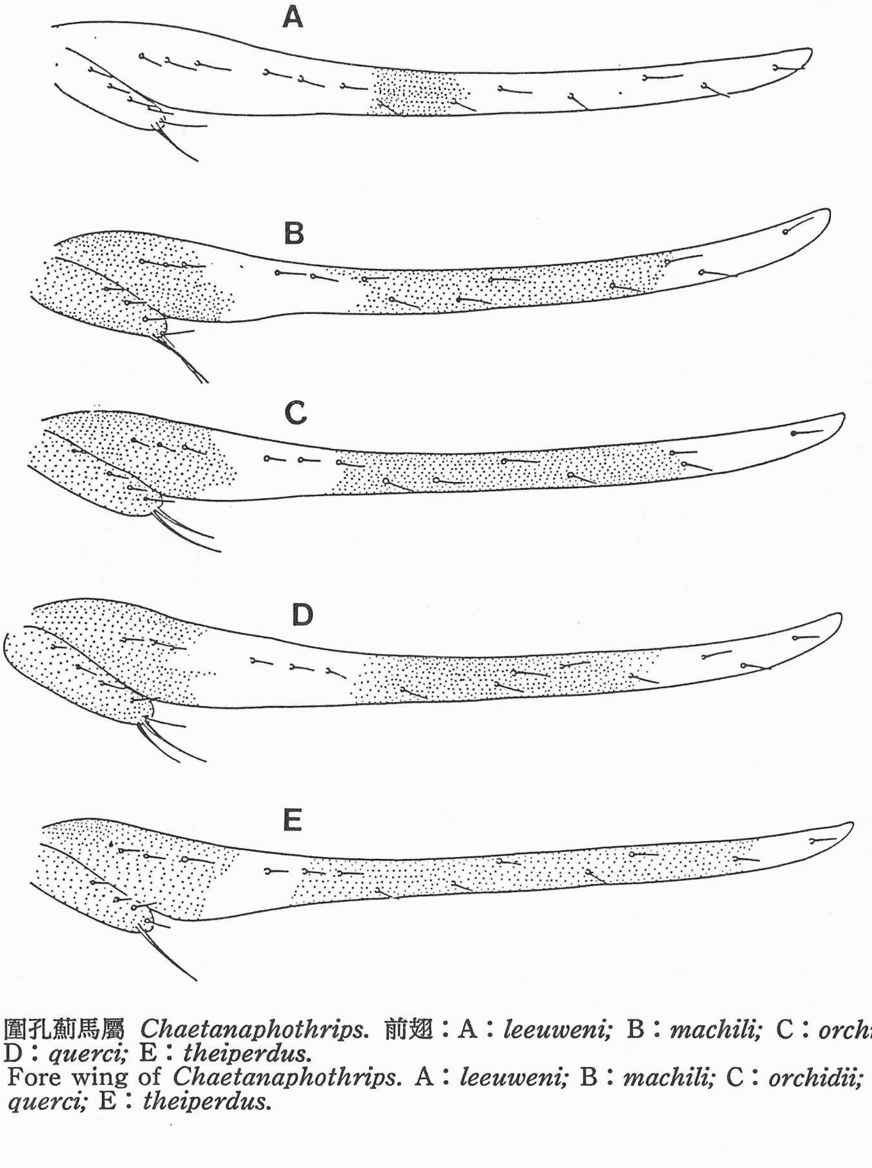

圖 7. 圍孔薊馬屬 *Chaetanaphothrips*. 前翅：A：*leeuweni;* B：*machili;* C：*orchidii;* D：*querci;* E：*theiperdus.*
Fig. 7. Fore wing of *Chaetanaphothrips*. A：*leeuweni;* B：*machili;* C：*orchidii;* D：*querci;* E：*theiperdus.*

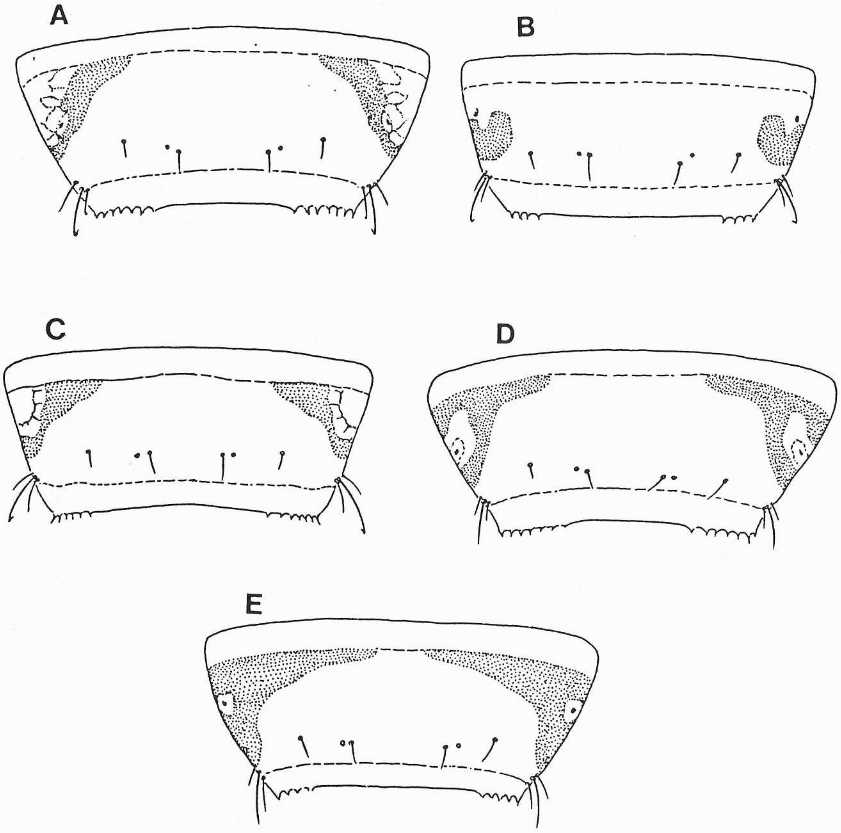

圖 8. 圍孔薊馬屬 *Chaetanaphothrips* 腹部第 8 節背板（♀）：A：*leeuweni;* B：*machili;* C：*orchidii;* D：*querci;* E：*theiperdus*。

Fig. 8. Abdominal tergite VIII of *Chaetanaphothrips* (♀)：A：*leeuweni;* B：*machili;* C：*orchidii;* D：*querci;* E：*theiperdus.*

前胸背板毛短小，後緣毛 5 對，均短小。前翅前緣毛19支，上脈毛基部 6 支，端部 3 支，下脈毛 4 支，排列不均勻。

腹部第 2 — 8 背板有橫紋，中央無；第 8 背板兩側氣孔周圍有特化之疣突區，不規則形，前方未達該節背板之前緣；第 8 背板後緣梳毛兩旁有，中央缺；第10背板縱裂完全。第 2 — 7 腹板無附毛。雄蟲體色形狀與雌蟲相似，長約 0.9 mm。第 9 腹背板中央長約為前胸1.4倍，剛毛 1 對，黑褐色，粗大，著生於一管狀突起上。第 4 — 7 腹節有寬扁腺室。

分布：臺灣、馬來西亞、日本。

棲所植物：樟（*Cinnamomum camphora*）、豬脚楠（*Machilus thunbergii*）。

標本檢查：10♀，臺灣，Ⅷ—1935（R. Takahashi 標本）。

附記：本種為害樟樹嫩葉，使葉片邊緣向下捲起，在葉上化蛹。Takahashi（1928）在臺灣所採本種標本曾鑑定為 *C. orchidii*，後經 Hood（1954）鑑定為*machili*，並以新種發表。本種在臺灣東部曾發現為害設施栽植之白鶴芋（*Spathiphyllum kochii*），使新葉產生黃色斑紋，葉面皺縮不平，葉緣捲曲無法伸展，甚或葉片黃化焦枯，植株在苗期受害較嚴重。

香蕉鏽薊馬 *Chaetanaphothrips orchidii* (Moulton)
(蘭黃鬃薊馬)
Banana rust thrips, Orchid thrips

Euthrips orchidii Moulton, 1907：43, 52.
Physothrips orchidii (Moulton)：Karny, 1912：339
Euthrips marginemtorquens Karny, 1914：362.
Anaphothrips (*Chaetanaphothrips*) *orchidii* (Moulton)：Priesner, 1925：145.

雌蟲製片後體長１—1.1 mm。身體及足淡黃色，產卵管黃褐色。觸角淡黃色，第４節末端、第５節末端1/3、第６節末半節與第７、８節爲淡褐色。前翅基部淡褐色，與亞基部透明區約等長，中央淡褐色，約佔全翅1/2，末端透明，長度約爲中央褐色區之一半。

頭寬於長，頰約與複眼等長。單眼毛短小，單眼間１對著生在單眼三角區內。口錐短圓，小顎鬚３節。觸角８節，第３、４節具叉狀感覺錐，第５節內側感覺錐明顯長於外側。

前胸背板毛短小，後緣有５對毛，自外側算起之第１、３對較發達，尤以第３對最長。前翅前緣毛16—23支，上脈毛基部６支，端部３支，下脈毛4支，排列不均勻。

腹部第２—８背板有橫紋，中央無；第８背板兩側氣孔周圍有特化之不規則疣突區，前方未達該節背板之前緣；此節背板後緣梳毛兩旁有，中央缺；第10背板縱裂完全。第２腹板有２對附毛，第３—７腹板無附毛。

雄蟲不詳。

分布：全世界。

棲所植物：在臺灣曾於相思木（*Acacia confusa*）、馬纓丹（*Lantana camara*）、杜鵑（*Rhododendron* sp.）、紫茉莉（*Mirabilis* sp.）上採得，其它地區有記錄之棲所尚包括蘭花、棕櫚、椰子（*Chamaeodorea fragrans*）、鐵線蕨（*Adiantum* sp.）、圓葉莧（*Iresine* sp.）、海棠（*Begonia* sp.）、莧（*Amaranthus* sp.）、白竹仔菜（*Commelina nudiflora*）、火鶴花（*Anthurium* sp.）、*Parbitis cathartica*、西番蓮（*Passiflora* sp.）、荔枝（*Litchi chinensis*）、葉下紅（*Emilia sonchifolia*）、柑桔（*Citrus* sp.）、甘藷（*Ipomoea batatas*）、紫露草（*Tradescantia* sp.）、仙客來（*cyclamen* sp.）、紅頭蘭（*Spathoglottis* sp.）、蟹足霸王樹（*Epiphyllum* sp.）、小金梅草（*Hypoxis* sp.）、紅綠莧（*Alternanthera* sp.）、嘉德利亞蘭（*Cattleya labiata*）、七葉槭（*Acer palmatum*）、*Ficaria*、*Heimerliodendrom brunonianum*、*Chinchona*。

標本檢查：1♀，臺中，馬櫻丹，Ⅷ—1990；1♀，南投蓮華池，相思木，1991；２♀，苗栗大湖，紫茉莉，ＶＩ—1♀，苗栗大湖，杜鵑，ＶＩ—1993；１♀，臺南關仔嶺，雜草ＶＩ—1993。

附記：本種薊馬普遍存在於溫室內外之多種植物上，密度高時成爲害蟲。普遍發現於澳洲與南美洲香蕉[9,20]，美國南部之葡萄柚[50]，溫室內栽植之蘭花與觀賞植物[30]，及夏威夷火鶴花[18]。在臺灣香蕉鏽薊馬偶而可以於樹木上採得，並無爲害之記錄，本省爲害香蕉主要是花薊馬（*Thrips hawaiiensis* (Morgan)）[7]，非本種。

外單毛圍孔薊馬 *Chaetanaphothrips querci* Kudo

Chaetanaphothrips querci Kudo, 1985：324—326.

Chaetanaphothrips longsetis Nonata & Okajima, 1992：440－442.

雌蟲製片後體長約 1 mm。身體及足黃色。觸角淡黃色，第4節最末端、第5節末端1/4、第 6 節末半及第 7 、 8 節爲淡褐色。前翅基部淡褐，亞基部透明，兩者長度約相等，翅中央淡褐，末端透明，兩者長度亦約相等。

頭寬於長，頰約與複眼同長。單眼剛毛短小，單眼間毛1對，著生在單眼三角區內，單眼前毛 1 對。口錐短圓，小顎鬚 3 節。觸角 8 節，第 3 、 4 節具叉狀感覺錐， 第 5 節內側感覺錐明顯長於外側。

前胸背板毛短小，後緣毛 5 對，位於後緣角之第 1 對最長，餘短小。前翅前緣毛22支，上脈毛基部 6 支，端部 3 支，下脈毛 4 支排列不均勻。

腹部第 2 － 8 背板有橫紋，中央無；第 8 背板兩側氣孔周圍有特化之疣突區，不規則形，前方伸達該節背板之前緣，並且向中央延伸，形成指狀；第 8 背板後緣梳毛兩旁有，中央缺；第10背板縱裂完全。

雄蟲不詳。

分布；臺灣、日本。

棲所植物：日本原記錄於櫟（*Quercus glauca*）、臺灣於茶（*Camelia sinensis*）、羅漢松（*Podocarpus* sp.）、含笑（*Michelia* sp.）、菲律賓貝殼杉（*Agathis alba*）上均有。

標本檢查： 1 ♀，南投漁池，茶，X—1991； 1 ♀，南投漁池，羅漢松，X—1991； 3 ♀，五峰，含笑，XII—1993；♀，墾丁，貝殼杉，I—1993。

茶淡薊馬 *Chaetanaphothrips theiperdus* (Karny)

Anaphothrips theiperdus Karny, 1921: 69.

Chaetanaphothrips theiperdus (Karny): Mitri & Stannard, 1962: 383, 386.

Chaetanaphothrips taiwanus Sakimura, 1974: 319.

雌蟲製片後體長約 1.15 mm。身體及足黃色。觸角淡黃色，第 3 節最末端、 第 4 節末端3/4、 第 5 節末半、第 6 節末端3/4及第 7 、 8 節爲淡褐色。 前翅淡褐色，亞基部及末端顏色稍淡，但區分不明顯。

頭寬於長，頰約與複眼同長。單眼剛毛短小，單眼間毛 1 對，著生在單眼三角區內，單眼前毛 1 對。口錐短圓，小顎鬚 3 節。觸角 8 節， 第 3 、 4 節具叉狀感覺錐，第 5 節內側感覺錐明顯長於外側。

前胸背板毛短小，後緣毛 5 對，均短小。前翅前緣毛22支，上脈毛基部 6 支，端部 3 支，下脈毛 4 支，排列不均勻，後緣纓波狀。

腹部第 2 － 8 背板有橫紋，中央無；第 8 背板兩側氣孔周圍有不規則疣突區，前方伸達該節背板之前緣，並且向中央延伸，形成指狀，左右兩邊之疣突區幾乎相連；第 8 背板後緣梳毛兩旁有，中央缺；第10背板縱裂完全。第 2 － 7 腹板無附毛。

雄蟲不詳。

分布：臺灣、西班牙。

棲所植物：茶（*Camellia sinensis*）。

標本檢查： 2 ♀，1948，馬來西亞，茶樹。（英國自然科學博物館L. A. Mound 標本）

梯胸薊馬屬 Genus *Chirothrips* Haliday

Chirothrips Haliday, 1836：444. 模式種：*Thrips*（*Chirothrips*）*manicata* Haliday, 1836.

頭小，眼大。觸角 8 節，短而寬大；第 1 節肥大，第 2 節外緣角明顯突出，第 3 節有單一感覺錐，第 4 節有單一或叉狀感覺錐。前胸前窄後寬成梯形，背板左右後緣角各有 2 支長毛。雌蟲長翅，前翅上下脈毛不均勻，前足腿節肥大；雄蟲短翅或無翅。

全世界約80種。

臺灣梯胸薊馬屬各種之檢索表

1. 觸角第 2 節突出之尖端無毛；腹部背板後緣膜成鋸齒狀 ………………非洲梯胸薊馬 *C. africanus*
—觸角第 2 節突出之尖端生有 1 毛；腹部背板後緣膜不成鋸齒狀 ……………………………………2
2. 前翅下脈毛 5 支；腹部第 1 — 6 節背板無波狀紋 ………………………………芒薊馬 *C. menicatus*
—前翅下脈毛 3 支；腹部第 1 — 6 節背板生有波狀紋 ……………………………扁紋薊馬 *C. mexicanus*

非洲梯胸薊馬 *Chirothrips africanus* Priesner（圖9）

Chirothrips africanus Priesner, 1932 b ：46, 47.

雌蟲製片後體長 1.5 mm。體褐色。觸角褐色，第 3 節顏色較淡。前翅淡褐色。足褐色，跗節黃色。

頭小，複眼大，頰短。單眼著生位置低，在頭背方之後1/2處，因而留下較大之頭頂區，頭頂生有 3 對小毛。小顎鬚 3 節，下唇鬚節 2 節。觸角 8 節，第1節較大，第 2 節端部外緣角向外略微突出，突出處無毛，第 3 、 4 、 5 節約呈圓形，第 3 、 4 節具粗短之單一感覺錐。

前胸梯形，背板密布成波浪狀之橫紋，有短小之剛毛，後緣角有 2 對較長剛毛，腹板無毛；中胸腹板前緣叢生有約 30 支短毛。前翅上脈毛基部 5 — 7 支，端部 2 支，下脈毛 3 支，排列不均勻，後緣纓波狀。足有橫紋，前足腿節膨大，脛節粗短，各足跗節 2 節。

腹部各節背板有橫紋，後緣膜鋸齒狀；第 2 — 6 腹板後緣有弧狀齒；第8背板後緣無梳毛；第 10 背板部分縱裂。腹板無附毛。

雄蟲身體形狀近似雌蟲，體色較淡，尤以觸角第 2 節與胸部最淡。翅退化爲翅芽，且頭部無單眼。第 3 — 7 腹板有小形腺室。

分布：臺灣、印度、賽普魯斯、埃及、蘇丹、依索匹亞。

棲所植物：狗牙根（*Cynodon dactylon*）、畫眉草（*Eragrostis bipinnata*）、黍（*Panicum turgidum*）、百茅（*Imperata cylindrica* ）、高粱（*Sorghum vulgare*）、莎草（*Cyperus* sp.）、一本芒（*Cladium mariscus*）、紫花苜蓿（*Medicago sativa*）、芒草（*Miscanthus* sp.）。

標本檢查：♀，Grass，Sudan，IX 1963。（英國自然科學博物館 L.A. Mound 標本）

附記：Kudo（1974）在臺灣雜草及蟲瘿內薊馬之調查中，採得1隻薊馬，僅認爲″疑似″本種，故本種在臺灣之分佈實尚需更多之採集調查予以充分證實。

芒薊馬 *Chirothrips manicatus* (Haliday)
（袖指薊馬）
Timothy thrips

Thirps manicatus Haliday, 1836：444.
Thrips longipennis; Burmeister, 1838： 413.

Chirothrips longipennis (Burmeister) : Amyot & Serville, 1843 : 2.
Chirothrips takahashii Moulton, 1928 : 289,324.

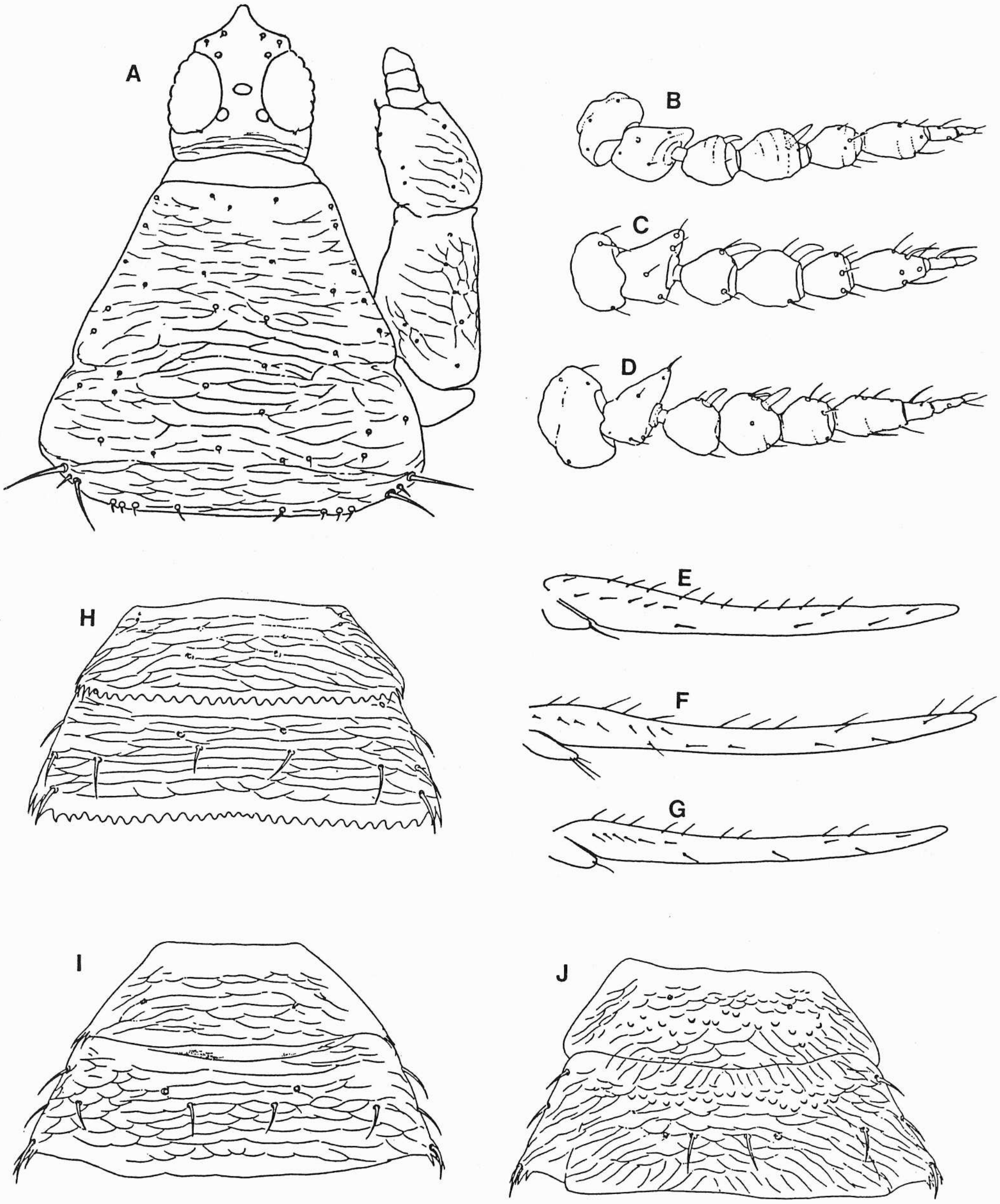

圖 9. 梯胸薊馬 *Chirothrips* 屬：A：頭與前胸；B-D 觸角：B：*africanus;* C：*menicatus* D：*mexicanus;*E-G：前翅 E：*africanus;*F：*menicatus;* G：*mexicanus;* H-J：腹部第 2 、4 背板H. *africanus;*I：*menicatus;* J：*mexicauns*。

Fig. 9. *Chirothrips:* A : head and pronotum; B-D: antenna: B : *africanus;*C : *menicatus* D : *mexicanus;*E-G: fore wing: E : *africanus;* F : *menicatus;* G : *mexicanus;* H-J : abdominal tergites II and III: H. *africanus;* I : *menicatus;* J : *mexicanus.*

Chirothrips ambulans Bagnall, 1932：185.
Chirothrips laingi Bagnall, 1932：185.
Chirothrips bagnalli Hood, 1938：162.

雌蟲製片後體長 0.8-0.9 mm。體褐色，腹部顏色較淡。觸角褐色，第1節顏色最深。前翅淡褐色。足黃色。

頭小，複眼大，頰短。單眼著生位置低，在頭背方之後1/2處，因而留下較大之頭頂區，頭頂生有2－3對小毛。小顎鬚3節，下唇鬚2節。觸角8節，第2節外緣角突出，突出之尖端附近生有1支小毛，第3、4、5節約呈圓形，第3、4節具粗短之單一感覺錐。

前胸梯形，背板密布橫紋，有短小之剛毛，後緣角有2對較長之剛毛，腹板無毛；中胸腹板前緣有約16支短毛。前翅上脈基部脈毛6－7支，端部2支，下脈毛5支，排列不均勻，後緣纓波狀。足有波紋，前足腿節膨大，脛節粗短，各足跗節2節。

腹部各節背板有形狀相近之橫紋；第8背板後緣無梳毛；第10背板縱裂完全。腹板無微毛或附毛，第1－6腹板後緣有弧狀突起。

雄蟲身體形狀近似雌蟲，但翅退化為翅芽，且頭部無單眼。體色較淡，觸角第2、3節黃褐。跗節黃褐。腹部末端顏色較其它部分為深。第2－7腹板有橢圓形之腺室。

分布：臺灣、北美、南美、西印度群島、歐洲、日本、夏威夷、澳洲、紐西蘭。

棲所植物：包括芒草 (*Miscauthus* sp.) 等之多種草類。

標本檢查：3♀，Kurasu，VI－1933，(R. Takahashi 標本)；7♀，墾丁之樟樹 (*Cinnamomum camphora*) 以及土沈香 (*Excoecarcia* sp.)、茅草等草叢中，VI-1993。

扁紋薊馬 *Chirothrips mexicanus* D. L. Crawford

Chirothrips mexicanus D. L. Crawford, 1909：114.

雌蟲製片後體長 1.2—1.5 mm。體褐色，腹部顏色較淡，第2－8節黃色或淡褐色，第9、10節褐色。觸角第1節深褐色，第2節黃色，其餘各節褐色。前翅淡褐色。足褐色，跗節黃色。

頭小，略長於寬，複眼大，頰短。單眼著生位置低，在頭背方之後1/2處，因而留下較大之頭頂區，頭頂生有3對小毛。小顎鬚3節，下唇鬚2節。觸角8節，第1節圓形膨大，第2節端部外緣角明顯向外突出，突出之尖端生有1支短毛，第3、4、5節約呈圓形，第3、4節具粗短之單一感覺錐。

前胸梯形，背板密布波紋，有短小之剛毛，後緣角有2對較長之剛毛，腹板無毛；中胸腹板前緣叢生有50支以上之短毛。前翅上脈毛基部6支，端部2支，下脈毛3支，排列不均勻，後緣纓波狀。足有波紋，前足腿節膨大，脛節粗短，脛節外緣角突出，超過第1跗節，各足跗節2節。

腹部背板有橫紋；第1－6背板及2－5腹板前緣有一排波狀紋 (scallop)；第8背板後緣無梳毛；第10背板縱裂完全。腹板無附毛。

雄蟲身體形狀近似雌蟲，體黃色，腹部末端顏色較深。觸角第1－3節淡黃，第4節淡褐，第5－8節褐色。無單眼，僅具翅芽。第2－7腹板有圓形之腺室。

分布：全世界。

棲所植物：包括百慕達草等數種雜草，亦發生於其他植物。在臺灣曾於紫果馬唐草 (*Digitaria violascens*)、孟仁草 (*Chloris barbata*)、殼草 (*Cenchrus calyculatus*)、芥菜 (*Brassica* sp.)、巴拉草 (*Brachiaria mutica*)、玉葉金花 (*Mussaenda taiwaniana*)、龍葵 (*Solanum nigrum*)、葛藤 (*Pueraria montana*)、埃及指梳茅 (*Dactyloctenium aegyptium*)、玉米 (*Zea mays*) 上採得。

標本檢查：6♀4♂，X & XI-1990，南投、草屯、霧峰之草叢中。

附記：本種甚爲普遍，經常可採得，其外形在薊馬中算是十分獨特，使其易於辨認。

毛角薊馬屬 Genus *Craspedothrips* Strassen

Craspedothrips Strassen, 1966：444－445. 模式種：*Physothrips hargreavesi* Karny.

雌蟲觸角第 5 節具有 3 支單一感覺錐。頭部單眼前毛 2 對。前翅上脈之端部具有剛毛 2 支。腹部各節腹板與背板後緣均有突緣（flange）。雄蟲觸角第 4－6 節長大，多長毛。

微毛角薊馬 *Craspedothrips minor* (Bagnall)(圖10)

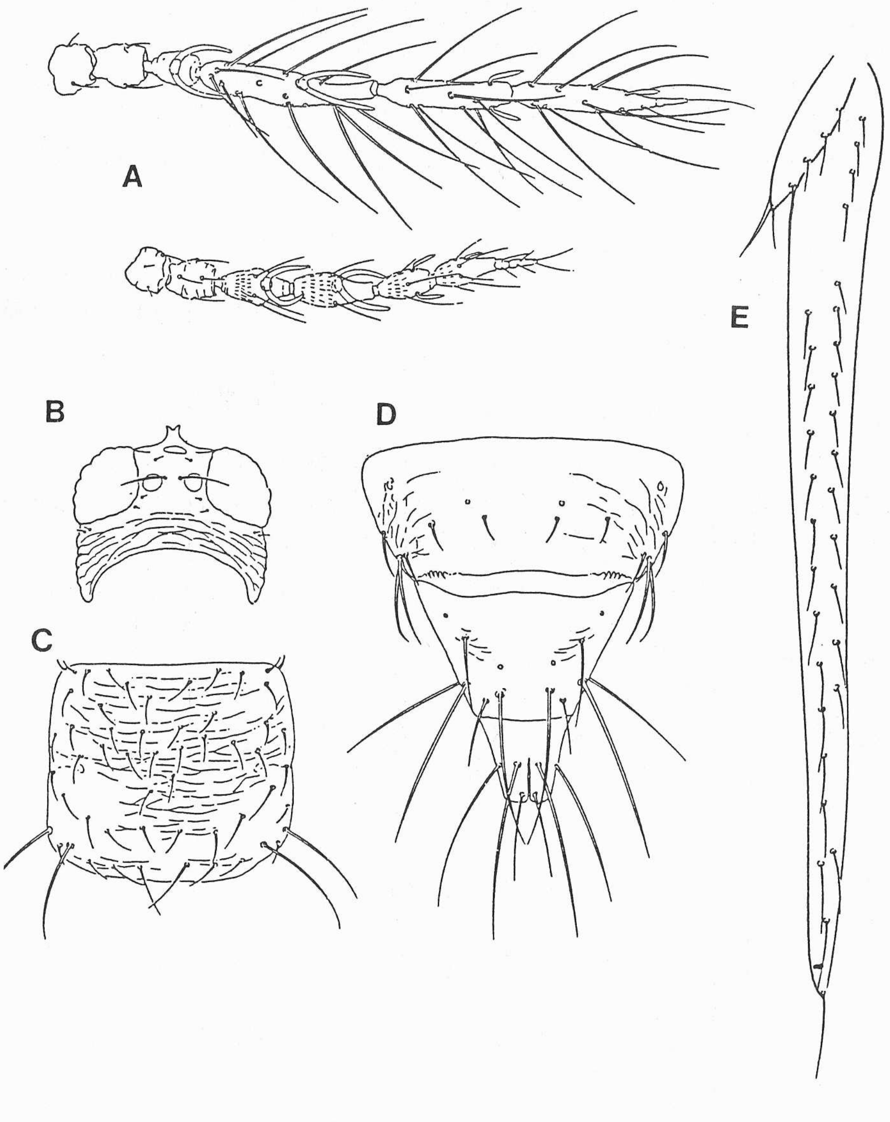

圖 10. 微毛角薊馬 *Craspedothrips minor* (Bagnall) (♀)：A. 觸角（上：雄；下：雌）；B. 頭；C. 前胸背板；D. 腹部第8～10節背板：E. 前翅。

Fig. 10. *Craspedothrips minor* (Bagnall) (♀)：A. antenna (upper: male; lower: female); B. head; C. pronotum; D. abdominal tergites VIII-X: E. fore wing.

Physothrips minor Bagnall, 1921：393, 394.
Physothrips thunbergiae Karny, 1923：302－305.
Toxothrips vicnus Bhatti, 1967：16, 17.
Tsengothrips plumosa Chen, 1975：107－109.

雌蟲製片後體長 1.1 mm。頭與胸褐色，腹部淡褐。觸角第1、2節黃褐色，第3節淡黃褐，第4－8節灰褐。足褐色，脛節與跗節顏色較淡。前翅灰褐，基部較淡。

頭小，寬於長，頰短於複眼。單眼間毛長，位於三角區內，兩後單眼之前緣附近。眼後毛短小，眼後有橫紋。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐。

前胸背板左右後緣角各有2支長毛，其內緣有3對毛，內側一對較長，背板毛約30支；中胸內叉骨有刺，後胸內叉骨無刺。前翅上脈毛自基部起約15支，至接近端部處中斷，端毛2支，下脈毛均勻完整，約13—14支。

腹部第2－7腹板與背板後緣具有突緣 (flange)；第8背板後緣無梳毛，只在兩側有少許微小的刺；第10背板部份縱裂。

雄蟲體型比雌蟲稍瘦小，觸角第1、2節褐色，第3－8節淡黃，其中第4－6節形狀特殊，棍棒狀，甚長於其他各節，並生有多數長毛。

分布：臺灣、印度、印尼、菲律賓。

棲所植物：茄冬 (*Bischofia javanica* Blume)、椰子 (Palmae)、李 (*Prunus salicina*)。

標本檢查：♀，墾丁，茄苳，II－1－1991；♀屏東三地門，草叢，IV—21—1991；♀，臺中大坑，李子，IV—23—1991；♂，墾丁，椰子，II－1－1991。

梳薊馬屬 Genus *Ctenothrips* Franklin

Ctenothrips Franklin, 1907：247. 模式種：*Ctenothrips bridwelli* Franklin, 1907.

頭長於寬，頭頂前突。觸角8節。前胸略成圓形，左右後緣角各有2支長毛。前翅脈毛發達。腹部表面有網紋；第8節後緣兩側向內縮入，背板梳毛完整；第10背板縱裂完全。

橫紋梳薊馬 *Ctenothrips transeolineae* Chen

Ctenothrips transeolineae Chen, 1979b：184－187.

雌蟲體長 1.65 mm，顏色與刻紋與雄蟲相似，腹部第8背板只前半部有網紋，第9背板無矛狀毛，第10背板全部有網紋。腹板無腺室。

雄蟲製片後體長 1.45—1.5 mm。黑褐色，胸部較淡，觸角第1、2節深褐，第3節黃但基部1/4深褐，第4－5節灰黃；第5節末端灰，第6節褐，第7、8節灰褐。前翅褐色，基部1/4較淡。腹部第10節黃褐。

頭長於寬，於眼後明顯凹陷，眼後方有橫紋。複眼大而突，單眼前毛1對，單眼間毛1對位在二後單眼後緣連線上。小顎鬚3節。觸角8節。

前胸背板全部覆有橫紋，後緣有4個斑點，左右後緣角各有2支長毛，中後胸內叉骨均無刺。前翅前緣毛21—22支，上脈毛12—16支，下脈毛11—14支。

腹部第1－8節背板及腹板均有網紋；第8節後緣梳毛完整；第9背板有1對矛狀毛。腹板無附毛，第3－8腹節近前緣有圓柱狀之腺室。

分布：臺灣。

棲所植物：雜草。

標本檢查：作者無標本，本文摘自陳連勝 (1979b) 原文描述。

關山梳薊馬 *Ctenothrips kwanzanensis* Takahashi (圖11)

Ctenothrips kwanzanensis Takahashi, 1937:339,349,350.

雌蟲製片後體長約 1.8 mm。黑褐色。觸角第 1 、 2 節黑褐色，第 3 節黃色，中央稍暗，第 4 節基部 1/2及第 5 節基部1/3黃色，端部褐色，第 6 — 8 節褐色。前翅褐色，亞基部稍淡。前足腿節黑褐，脛節稍淡褐，中、後足黑褐，中腿節基部及中、後脛節基部黃色，各跗節黃色，末端褐色。

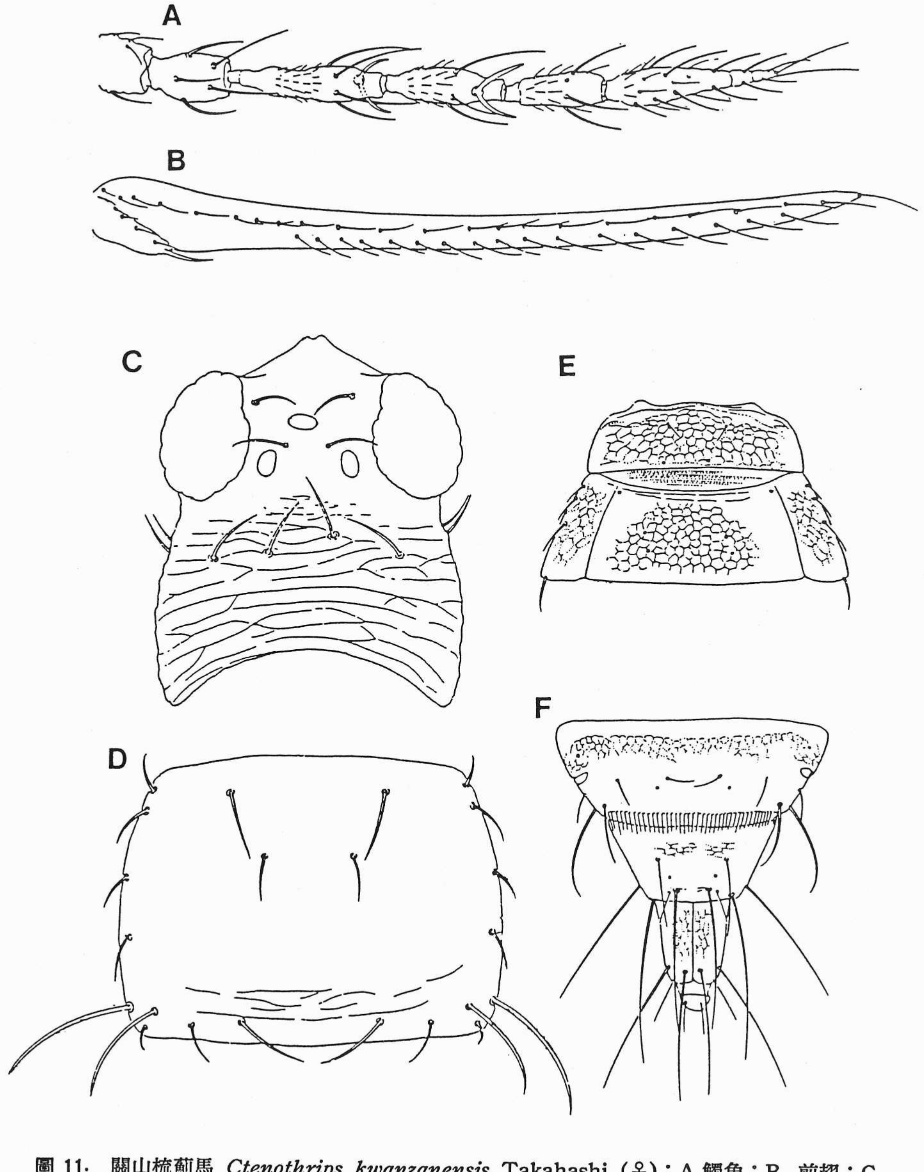

圖 11. 關山梳薊馬 *Ctenothrips kwanzanensis* Takahashi (♀)：A.觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第 1 、 2 節背板；F. 腹部第 8 ~10節背板。

Fig. 11. *Ctenothrips kwanzanensis* Takahashi (♀)：A. antenna; B. fore wing; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergites I, II; F. abdominal tergites VIII-X.

頭長於寬，眼後明顯凹陷，頰長約爲眼之 2 倍。單眼前毛 1 對，單眼間毛 1 對，位在三角區內兩後單眼前緣之間。眼後毛發達，眼後有橫網紋。小顎鬚 3 節。觸角 8 節，第 3 、 4 節有叉狀感覺錐。

前胸圓，背板左右後緣角各有 2 支長毛，其內後緣有 2 對毛，內側者較長，前緣有 1 對長毛，長度約爲後緣角毛長之1/2。中後胸背板有網紋，內叉骨均無刺。前翅上下脈毛排列完整，上脈毛基部 9 支，端部12支，下脈毛17支。

腹部第 1 — 8 背板布有網紋；第 8 背板後緣梳毛完整；第10節圓管狀，背板縱裂完全。

雄蟲製片後體長 1.45 *mm*。腹部第 3 — 8 節腹板靠近前緣有扁橢圓形腺室；第 9 腹板中央有一對短小之矛狀毛。

分布：臺灣。

棲所植物：菊科（*Compositae*）花部。

標本檢查：1 ♀，Ⅷ—1935，關山（*R. Takahashi* 標本）；1 ♀，Ⅵ—1936，*Avisan*　（*R. Takahashi* 標本）；2 ♀，Ⅵ—1992，鞍馬山，大理花；1 ♀1 ♂，Ⅷ—1992，天池，雜草。

淡薊馬屬 Genus *Danothrips* Bhatti

Danothrips Bhatti, 1971：337. 模式種：*Danothrips setifer* Bhatti, 1971.

身體淡黃色。頭寬於長。觸角 8 節，第 3 、 4 節有叉狀或單一感覺錐。前胸後緣共有 7 對毛，其中位於左右後緣角第 1 、 3 支較長；中胸內叉骨有刺，後胸無。前翅上脈毛基部 6 — 7 支，端部 3 支分開很遠，下脈毛 4 支。腹部各節無後緣板；第 8 背板兩側疣突區不發達；第 1 0 背板中央不分裂。雄蟲腹部無腺室。

本屬薊馬體形顏色與*Chaetanaphothrips* 相似但可以前胸背板後緣毛數，與之區辨，此外本屬觸角第 5 節比第 4 節或第 6 節短，而*Chaetanaphothrips* 觸角第 5 節比第 4 節更長或等長。

臺灣淡薊馬屬各種之檢索表

1. 觸角第 3 、 4 節感覺錐爲單一型 ……………………………………崎村淡薊馬*D. sakimura*
— 觸角第 3 、 4 節感覺錐爲叉狀 ……………………………………………………………2
2. 前翅有 2 處淡褐色區……………………………………………………頭紋淡薊馬*D. vicinus*
— 前翅有 3 處淡褐色區；前胸肩部略微下陷……………………………三帶淡薊馬*D. trifasciatus*

崎村淡薊馬 *Danothrips sakimurai* Chen

Danothrips sakimurai Chen, 1979:417.

雌蟲製片後體長約1.15 mm。身體及足淡黃色。觸角第 3 節末端、第 4 、 5 節末1/3及第 6 — 8 節均爲灰褐色。前翅淡黃白色，基部、中央及近末端有 3 處灰褐帶。

頭寬於長，背面於眼後有一條明顯橫紋。前單眼兩旁有一對單眼前毛，後單眼前方有一對單眼間毛。小顎鬚 3 節。觸角 8 節、第3、4節有單一感覺錐。

前胸左右後緣角各有 2 支長毛，內側者較長，中間有後緣毛 4 對；中胸背板全部被覆交叉紋。前翅前緣毛19支，上脈毛10支，下脈毛4支，排列不均勻。跗節 2 節。

腹部各節背板無後緣板，第 1 — 8 背板全覆橫紋；第 8 背板兩側有小型疣突區，無梳毛；第 9 背板 3 對主剛毛；第10背板完整，有 2 對約等長之主剛毛。第 3 — 7 腹板各有 3 對原毛，無附毛。

雄蟲不詳。

分布：臺灣。

棲所植物：相思樹（*Acacia confusa*）。

附記：作者無標本，本種摘錄自 Chen (1979a) 原文描述。

三帶淡薊馬 *Danothrips trifasciatus* Sakimura (圖12)

Danothrips trifasciatus Sakimura, 1975 : 125.

雌蟲製片後體長 1.1—1.4 mm。身體及足淡黃色，產卵管黃褐色，明顯。觸角淡黃色，第 4 、 5 節末端1/4與第 7 、 8 節淡褐，第 6 節末端3/4褐色。前翅淡黃白色，基部、中央及近末端有 3 處淡褐帶。

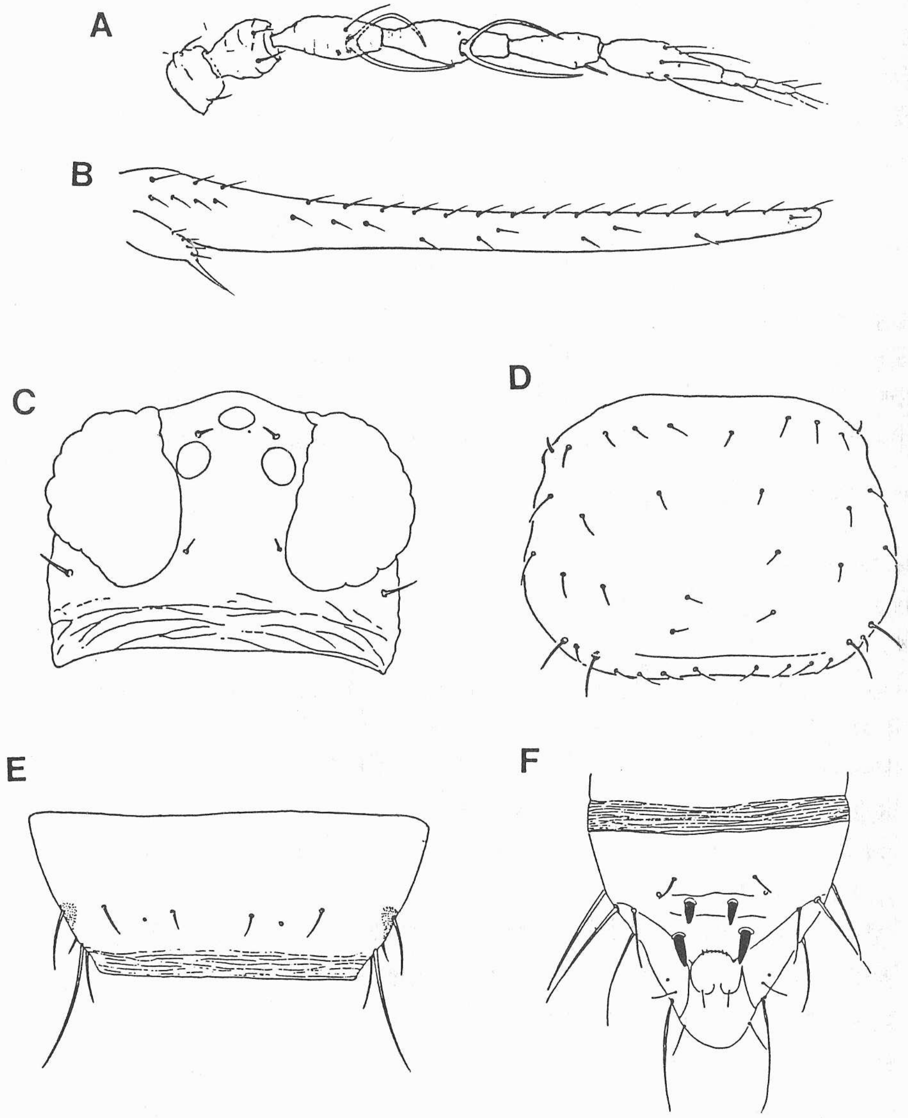

圖 12. 三帶淡薊馬 *Danothrips trifasciatus* Sakimura(♀): A. 觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第 8 節背板；(♂)：F. 腹部腹面末端。
Fig. 12. *Danothrips trifasciatus* Sakimura(♀): A. antenna; B. fore wing; C. head; D. pronotum; E. abdominal tergite VIII; (♂): F. abdominal terminal.

頭寬於長，背面於眼後有一條明顯橫紋。一對單眼間毛在後單眼之前方，單眼前毛1對在靠近複眼前角處。口錐圓鈍，小顎鬚3節。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐，第4節腹面有2排微毛，第5節內外側感覺錐約等長。

前胸前緣角下方略向內凹陷，前胸左右後緣角各有2支長毛，內側者較長，中間有後緣毛4對；中胸無內叉骨刺。前翅前緣毛16—21支，上脈毛10支，下脈毛4支，排列不均勻。跗節2節。

腹部各節背板無後緣板，無微毛梳；第8背板剛毛2對，後緣無梳毛；第9背板3對主剛毛；第10背板完整，有2對等長之主剛毛。第3—7腹板有3對原毛，無附毛。

雄蟲顏色形態似雌蟲，長 1.1—1.3 mm。第3—7腹板無腺室；第9節有2對深褐色矛狀毛。

分布：臺灣、夏威夷。

棲所植物：斑葉芋（*Anthurium and reanum*）、九重葛（*Bugainvillea* sp.）、薑（*Zingiber zerumbet*）、山薑（*Alpinia purpurata*）、雀稗（*Paspalum orbiculare*）、相思樹（*Acacia confusa*）、（*sahiawa parsley*）、（*Ipomoes alba*），在臺灣曾於樟樹（*Cinnamomum camphora*）、榕樹（*Ficus macrocarpa*）、大葉欖（*Terminalia* sp.）、桑樹（*Morus alba*）等植物上採得。

標本檢查：5♀，墾丁，樟樹，I-1993。

頭紋淡薊馬 *Danothrips vicinus* Chen

Danothrips vicinus Chen, 1979：417.

雌蟲製片後體長約 1.1—1.4 mm。身體及足淡黃色。觸角淡黃，第6節後半褐色，第7、8節灰褐。前翅淡黃白色，基部及中央有兩灰褐帶。

頭寬於長，背面於眼後有一條明顯橫紋。前單眼旁有一對單眼前毛，後單眼前方有一對單眼間毛。小顎鬚3節。觸角8節，第3、4節有叉狀感覺錐。

前胸左右後緣角各有2支長毛，內側者較長，中間有後緣毛4對。前翅前緣毛21—22支，上脈毛9—10支，下脈毛4支，排列不均勻。跗節2節。

腹部各節背板無後緣板，第1—8背板布滿橫紋；第8背板後緣無梳毛；第9背板有3對主剛毛；第10背板完整，有2對約等長之主剛毛。第3—7腹板有3對原毛，無附毛。

雄蟲不詳。

分布：臺灣

棲所植物：杜鵑（*Rhododendron* sp.）、紫茉莉（*Mirabilis* sp.）、茶（*Camelia sinensis*）、相思樹（*Acacia confusa*）、羅漢松（*Podocarpus macrophyllus*）、含笑（*Michelia fuscata*）、肖楠（*Calocedrus formosana*）。

標本檢查：7♀，苗栗大湖，杜鵑，VI-1993；1♀1♂，苗栗大湖，紫茉莉，VI-1993。

蘭花薊馬屬 Genus *Dichromothrips* Priesner

Dichromothrips Priesner, 1932a：110. 模式種：*Dichromothrips orchidis* Priesner, 1932.

觸角8節，第3、4節最長，呈瓶狀，其上之叉狀感覺錐細長，第5節末端不尖細，第6節基部與第5節端部約同寬，爲該兩節之最寬處。前胸背板毛小，後緣5對毛。前翅脈毛發達。腹部第8背板後緣梳毛完整；第10背板不分裂。腹板無附毛。雄蟲腹部第3—7腹板有成對之腺室；第9背板無粗剛毛。

本屬薊馬大多爲害蘭花，臺灣有2種，以前胸背板剛毛可以區分。前胸背板後緣角有1對明顯長毛者爲司密蘭花薊馬（*D. smithi*），背板後緣角無長毛者爲蘭花薊馬（*D. corbetti*）。

蘭花薊馬 *Dichromothrips corbetti* (Priesner) (圖13)
Vanda thrips

Anaphothrips corbetti Priesner, 1936：209.

Dichromothrips corbetti (Priesner): Sakimura, 1955：586, 588, 590, 592, 597.

雌蟲製片後體長 1.1—1.4 mm。體褐色，頭部之單眼區以及胸部、腹部均帶有紅色素。觸角第 1 、 2 節與頭部顏色相同並帶有紅色素，第 3 節基部褐色，端部淡色，第 4 — 8 節褐色。前翅褐色，近基部處顏色較淡。足褐色，跗節、前足脛節和中、後足脛節末端黃色。

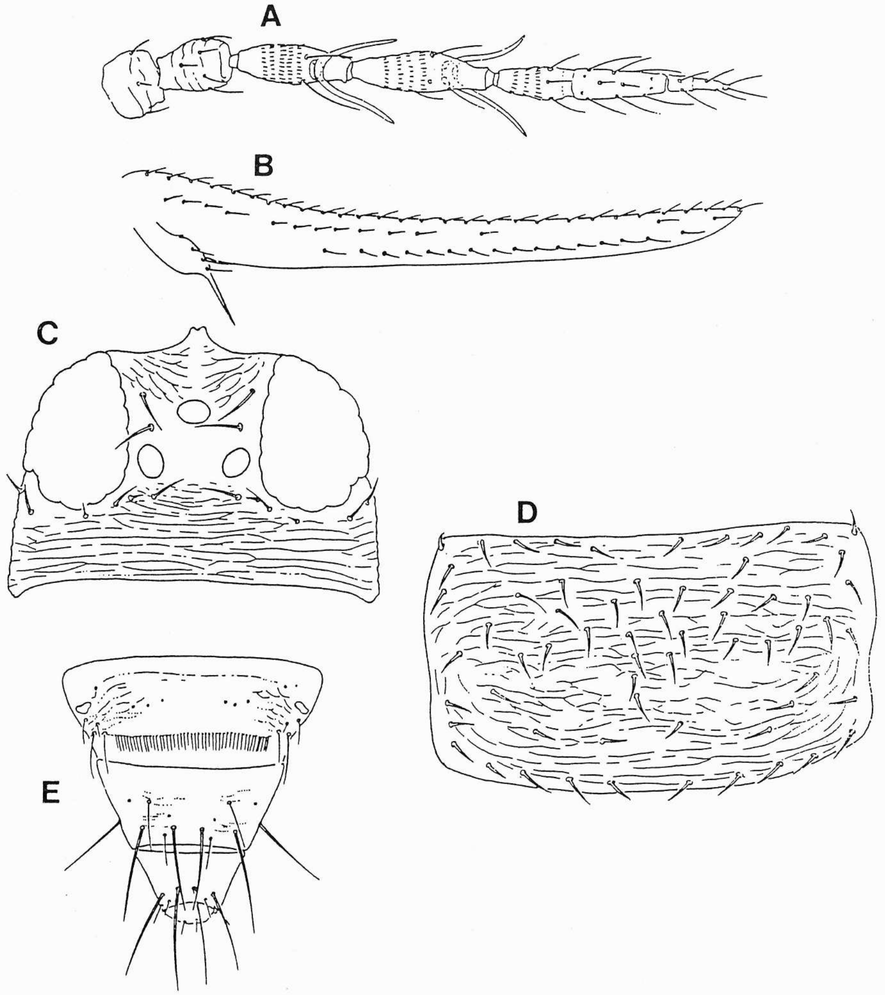

圖 13. 蘭花薊馬 *Dichromothrips corbetti* (Priesner) (♀)：A. 觸角；B. 前翅；C. 頭；D. 前胸背板；E. 腹部第8—10節背板。

Fig. 13. *Dichromothrips corbetti* (Priesner) (♀)：A. antenna; B. fore wing; C. head, D. pronotum, E. abdominal tergites VIII-X.

頭寬於長，兩頰幾乎平行，眼後略微外鼓，後頭區有十餘條橫紋。前單眼外側有單眼前毛1對，單眼間毛位於後單眼上方，單眼三角區之外。複眼後有一橫列短毛約5支。口錐長達前足基節間，小顎鬚3節，細長。觸角8節，細長，第3、4節長於其餘各節，瓶形，叉狀感覺錐長而發達，第5節端部與第6節基部寬度約相等，中間只以一縫相隔。

前胸背板布滿橫紋，無明顯之長毛；中胸具內叉骨刺，後胸無刺。前翅劍形，近基部寬，向後漸變窄，脈毛相當發達，上脈基部毛10—11支約達到翅中部，中央1支，端部2支，後緣纓波狀。

腹部第1、2背板有橫紋，第3—7背板兩側有橫紋，各節背板均無微毛；第8背板梳毛完整，密而長；第10背板完整。腹板無附毛。

雄蟲（短翅型）體長伸展後約 1.1 mm。淡褐色，頭、前胸，第9、10腹節較深，第3—7腹節最淡，中後胸及第1、2腹節介於中間。前翅成翅芽。腹部各節背腹板均有完全之橫紋；第9背板側毛細長；第3—7腹板有成對腺室。

分布：臺灣、馬來西亞。

棲所植物：萬代蘭（*Vanda* sp.）、石斛（*Dendrobium* sp.）、堇花蘭（*Miltonia* sp.）、嘉得利亞（*Cattleya* sp.）、腎藥蘭（*Renanthera storiei*）。在臺灣曾於嘉得利亞蘭上採得。

標本檢查：1♀，新加坡，II-1976(英國自然科學博物館 L. A. Mound 標本)；3♀，嘉得麗亞，臺南，III-1988。

附記：本種薊馬幼蟲與成蟲均爲害嘉得麗亞蘭的花部，尤喜棲息於花瓣與顎片重疊處，銼食花瓣與顎片邊緣，被害部形成條狀褐斑，被害花失去鮮艷美麗色彩。本種有時亦會與司密蘭花薊馬（*D. smithi* (Zimmermann)）同時存在。

司密蘭花薊馬 *Dichromothrips smithi* (Zimmermann)（圖14）
（司密二鬃薊馬）

Physopus smithi Zimmermann, 1900：10.

Taeniothrips smithi (Zimmermann): Steinweden, 1933：288.

Dichromothrips smithi (Zimmermann): Sakiwura, 1955：586, 588, 596, 597.

雌蟲製片後體長約 1.4 mm。體褐色，頭部之單眼區以及胸部、腹部均帶有紅色素。觸角第1、2節與頭部顏色相同並帶有紅色素，第3、4節端部與第5節基部淡黃色，其餘褐色，第6—8節褐色。前翅褐色，近基部處顏色較淡。足褐色，跗節、前足脛節和中、後足脛節端部1/2黃色。

頭長寬約相等，頰幾乎平行，眼後略微外鼓，後頭區有十餘條橫紋。前單眼外側有小毛1對，單眼間毛位於前單眼後外側的3個單眼中心連線外緣。複眼後有一橫列短毛。口錐長達前足基節間，小顎鬚3節，細長。觸角8節，細長，第3、4節長於其餘各節，瓶形，端部收縮爲長頸狀，叉狀感覺錐長而發達，第5節端部與第6節基部寬度約相等，中間只以一縫相隔。

前胸背板布滿橫紋，左右後緣角各有長毛1支，後緣毛2對。中、後胸均具內叉骨刺。前翅劍形，近基部寬，向後漸變窄，脈毛相當發達，上脈基部毛約8支，中央1支，端部2支，後緣纓波狀。

腹部第1、2背板全布有橫紋，第3—7背板兩側有橫紋，各節背板均無微毛；第8背板梳毛完整，密而長；第10背板完整。腹板無附毛。

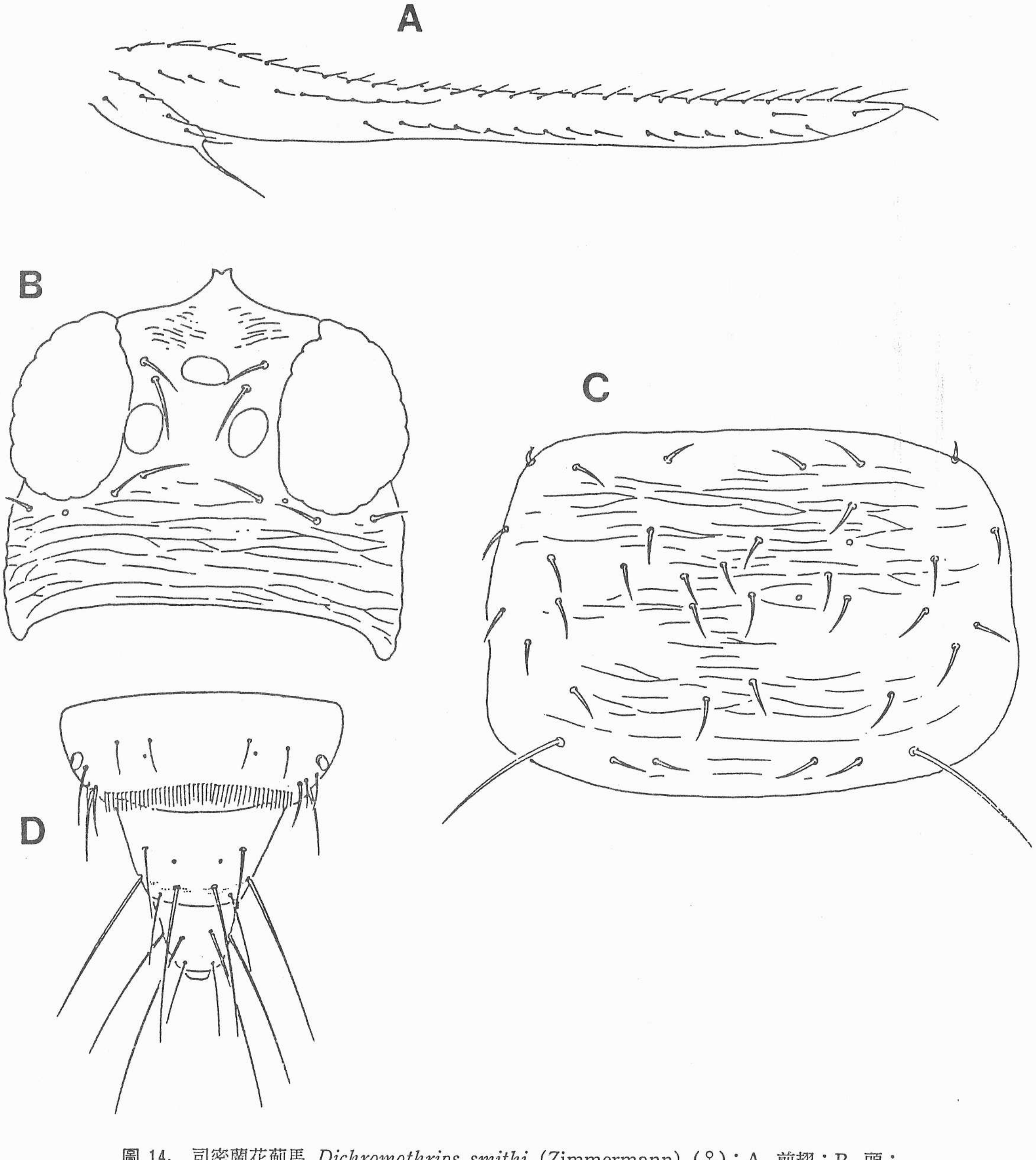

圖 14. 司密蘭花薊馬 *Dichromothrips smithi* (Zimmermann) (♀)：A. 前翅；B. 頭；C. 前胸背板；D. 腹部第8—10節背板。

Fig. 14. *Dichromothrips smithi* (Zimmermann) (♀)：A. fore wing; B. head; C. pronotum; D. abdominal tergites VIII-X.

雄蟲頭深褐，中後胸、第2腹節、3－8腹節中央淡褐，其餘部分及足黃色。前翅中央與末端有深褐色帶。腹部第2背板全部覆有刻紋，第3－8背板中央無刻紋或僅具微弱刻紋；第9背板兩側有2對粗長毛，後方1對較細長。第3－7腹板有成對之腺室。

分布：臺灣、日本、印尼、印度。

棲所植物：萬代蘭（*Vanda* sp.）、嘉得麗亞（*Cattleya* sp.）、山蘭（*Cymbidium* sp.）、甘蔗（*Saccarum sinensis*）。

標本檢查：5♀1♂，蘭花，埔里，1933—1934（R. Takahashi 標本）；8♀，嘉得麗亞，臺南，III-1988。

誌　謝

感謝經濟部商品檢驗局陳連勝科長與本系周樑鎰博士對於本文之修正意見，並感謝楊清翰先生協助繪圖以及徐孟愉小姐製作標本。

引用文獻

1. 鄭允、黃明道、阮忠清、蔡湯瓊。1980。香蕉花薊馬之田間動態及防治測定。香蕉研究所彙報1：26—31。
2. Ananthakrishnan, T. N. 1968. Indian Terebrantia-IV. Zool. Anz. 180(3—4)：258—268.
3. Bagnall, R. S. 1921. Brief description of new Thysanoptera XII. Ann. Mag. Nat. Hist., 8(9)：393—400.
4. Bagnall, R. S. 1926. Contributions toward a knowledge of the European Thysanoptera-I. Ann. Mag. Nat. Hist., (9)18：641—661.
5. Bagnall, R. S. 1932. Preliminary descriptions of some new species of *Chirothrips*. Ent. Mon. Mag. 68：183—187.
6. Bhatti, J. S. 1962. A new genus and two new species of Thysanoptera, with notes on other species. Bull. Ent. 3：34—39.
7. Bhatti, J. S. 1967. Thysanoptera Nova Indica. Private print：1—24.
8. Bhatti, J. S. 1971. A new *Chaetanaphothrips*-like genus from South India, with a redefinition of *Chaetanaphothrips*. Oriental Ins., 5(3)：337—343.
9. Bhatti, J. S. 1978. A revision of Karny's species of *Anaphothrips* of the oriental region. Oriental Insects 12(1)：1—27.
10. Bhatti, J. S. 1983. Revision of *Thrips* species described by Schmutz. Annalen Naturh. Mus. Wein (Bot. Zool.) 84 1980 (1983)：479—507.
11. Burmeister, H. 1838. Blassenfusse. Phytopoda. Handbuch der Entomologia, 2(2)：404—418.
12. Crawford, D. L. 1909. Some Thysanoptera of Mexico and the South 1.13. Pomona College J. Ent., 1(4)：109—119.
13. Chen, L. S. 1975. A new genus and species of Thripidae from Taiwan. Bull. Inst. Zool., Academia Sinia (Taiwan), 14(2)：107—109.
14. Chen, L. S. 1979a. Thrips of Leguminous plants in Taiwan. Proc. Natl. Sci. Counc., 3(4)：414—428.
15. Chen, L. S. 1979b. A new species of the genus *Ctenothrips* from Taiwan. Plant Port. Bull. 21：184—187.
16. Franklin, H. J. 1907. *Ctenothrips,* new genus. Ent. News 18(6)：247—250.
17. Haliday, A. H. 1836. An epitome of British Genera in the order of Thysanoptera. Ent. Mag. 3：439—451.
18. Hara, T. Y. and A. H. Hara. 1992. Anthurium thrips, *Chaetanaphothrips orchidii* (Moulton)：biology and insecticidal control on Hawaiian anthuriums. Tropical Pest Management 38(3)：230—233.
19. Hood, J. D. 1925. New neotropical Thysanoptera collected by C. B. Williams. Psyche 32：48—69.
20. Hood, J. D. 1954. A new *Chaetanaphothrips* from Formosa, with note on the banana thrips. Proc. Bio.

Soc. Wash. 67 : 215—218.

21. Jacot-Guillarmod, C. F. 1970—1975. Catalogue of the Thysanoptera of the World (parts 1—4). Ann. Cape Prov. Mus. (Nat. Hist.), 1255 pp.
22. Karny, H. H. 1912. Revision der von Serville aufgetellten Thysanoptera Genera. Zool. Ann. 4 : 322—344.
23. Karny, H. H. 1914. Beitrage zur Kenntnis der Gallen von Java. Zeitschr. Wissensch. Insektenbiol. 10(10—12) : 355—369.
24. Karny, H. H. 1921. Beitrage zur Malayischen Thysanopterenfauna. Treubia 2(1) : 37—83.
25. Karny, H. H. 1923. Beitrage zur Malayischen Thysanopteren fauna. Treubia 3(3—4) : 277—380.
26. Karny, H. H. 1926. Studies on Indian Thysanoptera. Mem. Dept. Agric. India Ent. 9(6) : 187—239.
27. Kudo, I. 1974. Some graminivorous gall forming Thysanoptera of Taiwan. Kontyu 42(2) : 110—116.
28. Kudo, I. 1985. The Japanese species of the genus *Chaetanaphothrips* Priesner. Kontyu 53 : 311—328.
29. Kurosawa, M. 1937. Descriptions of four new thrips in Japan. Kontyu 11(3) : 266—275.
30. Kurosawa, M. 1938. Notes on three unrecorded thrips form greenhouse in Nippon. Kontyu 12(4) : 121—129.
31. Mitri, T. K. and L. J. Stannard Jr. 1962. *Chaetanaphothrips clarus* (Moulton), new combination, with notes on its genus. Ann. Ent. Soc. Am. 55 : 383—386.
32. Morgan, A. C. 1925. A new genus, A new subgenus and seven new species of Thysanoptera form Porto Rico. Florida Ent. 9(1) : 1—9.
33. Moulton, D. 1907. A contribution to our knowledge of the Thysanoptera of California. Misc. Pap. U. S. Dept. Agric. Bur. Ent., (Tech. Ser.) 12(3) : 39—68.
34. Moulton, D. 1928. Thysanoptera of Japan. Annotation Zoologica Japonica, 11(4) : 287—337.
35. Moulton, D. 1936. Thysanoptera of Philippine Islands. Philip. J. Agric. 7(2) : 263—273.
36. Nonata, T. and S. Okajima. 1992. Descriptions of seven new species of the *genus Chaetanaphothrips* Priesner from East Asia. Jpn. J. Ent. 60(2) : 433—447.
37. Priesner, H. 1925. Katalog der europaischen Thysanopteren. Konowia, 4(3—4) : 141—159.
38. Priesner, H. 1930. Contribution towards a knowledge of the Thysanoptera of Egypt, III. Bull. Soc. Roy. Ent. d'Egypte 14(1) : 6—15.
39. Priesner, H. 1932a. Drei Neue Thripidae. Stylops, 1(5) : 108—111.
40. Priesner, H. 1932b. Contribution towards a knowledge of the Thysanoptera of Egypt, VII. Bull. Soc. Roy. Ent. d'Egypt. 16(1—2) : 45—51.
41. Priesner, H. 1935. New of little known oriental Thysanoptera. Philippine J. Science 57(3) : 351—375.
42. Priesner, H. 1936. Ueber einige neue und wenig bekannte Thysanopterean. Proc. Royal Ent. Soc. London, (B)5(11) : 208—214.
43. Sakimura, K. 1955. A revision of the genus *Dichromothrips* Priesner. Proc. Hawaiian Ent. Soc., 15(3) : 583—600.
44. Sakimura, K. 1974. A review of some species of *Chaetanaphothrips*. Oriental Insects 8(3) : 315—336.
45. Sakimura, K. 1975. *Danothrips trifasciatus*, new species, and collection notes on the Hawaiien species of *Danothrips* and *Chaetanaphothrips*. Proc. Hawaiian Ent. Soc. 22(1) : 125—132.
46. Singh, S. 1946. Studies on the systematics of Indian Thysanoptera Terebrantia. Indian J. Ent. 7 : 147—188.
47. Steinweden, J. B. 1933. Key to all known species of the genus *Taeniothrips* Amyot & Servilld. Trans. American Ent. Soc., 59 : 269—293.
48. Strassen, R. zur. 1966. *Craspedothrips*, eine neue aethiopische thripida-Gattung. Senckenbrgiana Biologica, 47(6) : 443—446.
49. Takahashi, R. 1937. Descriptions of new Thysanoptera from Formosa, with notes on the species found

on the high elevations of the Island. Tenthredo, 1(3) : 339—350.

50. Thompson, W. L. 1939. Notes on *Chaetanaphothrips orchidii* (Moulton) found attacking citrus fruit in Florida. Florid Entomologist 22(4) : 65—67.

51. Trybom, F. 1911. Physapoden aus Agypten und dem Sudan in Jagerskold, L. A. (ed), Results of the Swedish Zoological Expedition to Egypt and the White Nile 1901 4(19) : 1—16.

52. Uzel, U. 1985. Monographie Ordung Thysanoptera. Koniggratz : 1—472.

53. Zimmermann, A. 1900. Ueber einige Javanische Thysanoptera. Bull. Inst. Bot. Buitenzorg, 7 : 6—19.

Thysanoptera of Taiwan (4)[1]

Chin-Ling Wang[2]

Summary

This is one of the series papers to describe the thrips of Taiwan. Ten genera and 21 species of Family Thripidae are described, which contains morphological characteristics, plants on whcih it collected and world distribution.

Key words : Thysanoptera, Taiwan, review.

---

1. Contribution No. 1919 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate Entomologist, Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(4)：377～382（1997）

臺灣嚙蟲目（昆蟲綱）名錄[1]

周樑鎰[2]

摘要：本名錄羅列臺灣產嚙蟲目 3 亞目、17科、37屬、66種嚙蟲之學名及中名。

關鍵詞：嚙蟲目、名錄、臺灣。

Order PSOCOPTERA 嚙蟲目

Suborder TROGIOMORPHA 小嚙蟲亞目

Family LEPIDOPSOCIDAE 鱗嚙蟲科

Genus *Lepium* Enderlein 叻嚙蟲屬

Lepium enderleini Banks, 1937 恩氏叻嚙蟲(2,7)

Genus *Lepolepis* Enderlein 勒嚙蟲屬

Lepolepis ceylonica Enderlein, 1906 臺灣勒嚙蟲(2,7)

Family PSOQUILLIDAE 圓翅嚙蟲科

Genus *Psoquilla* Hagen 圓翅嚙蟲屬

Psoquilla marginepunctata Hagen, 1865 黑茶蛀蟲(4,6)

Family PSYLLIPSOCIDAE 裸嚙蟲科

Genus *Psocatropos* Ribaga 擬竊嚙蟲屬

Psocatropos lachlani Ribaga, 1899 小擬竊嚙蟲(2,3,7)

Genus *Psyllipsocus* Selys-Longchamps 裸嚙蟲屬

Psyllipsocus metamicropterus（Enderlein, 1908）臺灣裸嚙蟲(2,7)

Psyllipsocus sauteri（Enderlein, 1906）梭氏裸嚙蟲(1,2,7)

Family TROGIIDAE 節嚙蟲科

Genus *Trogium* Illiger 節嚙蟲屬

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1920 號。
2. 本所應用動物系副研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。

Trogium pulsatorium (Linnaeus, 1758) 粉茶蛀蟲[4-6]

Suborder TROCTOMORPHA 粉嚙蟲亞目
Family AMPHIENTOMIDAE 蛾嚙蟲科
Genus *Paramphientomum* Enderlein 擬蛾嚙蟲屬

Paramphientomum nigriceps Banks, 1937 黑頭擬蛾嚙蟲[7]
Paramphientomum yumyum Enderlein, 1907 鱗嚙蟲[1,7]

Family LIPOSCELIDAE 書蝨科
Genus *Liposcelis* Motschulsky 粉嚙蟲屬

Liposcelis bostrychophilus Badonnel, 1931 穀粉茶蛀蟲[2,4,6]
Liposcelis fasciatus (Enderlein, 1908) 帶粉嚙蟲[2,7]

Family PACHYTROCTIDAE 粗嚙蟲科
Genus *Antilopsocus* Gurney 安嚙蟲屬

Antilopsocus bilimbatus (Enderlein, 1908) 雙邊安嚙蟲[2,7]

Genus *Tapinella* Enderlein 卑嚙蟲屬

Tapinella formosana Enderlein, 1908 臺灣卑嚙蟲[2,7]

Suborder PSOCOMORPHA 嚙蟲亞目
Family AMPHIPSOCIDAE 雙嚙蟲科
Genus *Amphipsocus* McLachlan 亞嚙蟲屬

Amphipsocus formosanus Okamoto, 1910 臺灣亞嚙蟲[2,7]

Genus *Kolbea* Enderlein 科嚙蟲屬

Kolbea fusconervosa Enderlein, 1906 褐脈科嚙蟲[1,2,7]
Kolbea serialis Banks, 1937 臺灣科嚙蟲[2,7]

Family ARCHIPSOCIDAE 古嚙蟲科
Genus *Archipsocus* Hagen 古嚙蟲屬

Archipsocus recens Enderlein, 1903 臺灣古嚙蟲[2,7]

Family CAECILLIDAE 毛嚙蟲科
Genus *Caecilius* Curtis 毛嚙蟲屬

Caecilius aridus (Hagen, 1858) 乾毛嚙蟲[2,7]
Caecilius confusus Banks, 1937 暗毛嚙蟲[2,7]
Caecilius flavidorsalis Okamoto, 1910 黃背毛嚙蟲[1,2,7]
Caecilius fraternus Banks, 1937 臺灣毛嚙蟲[2,7]
Caecilius gonostigma Enderlein, 1906 肛斑毛嚙蟲[1,2,7]
Caecilius japanus Enderlein, 1906 日本毛嚙蟲[1,2,7]

Caecilius muggenbergi Enderlein, 1903 瑪氏毛嚙蟲[2,7]
Caecilius okamotoi Banks, 1937 岡本毛嚙蟲[2,7]
Caecilius oyamai Enderlein, 1906 黃紋毛嚙蟲[1]
Caecilius podacromelas Enderlein, 1908 足毛嚙蟲[2,7]
Caecilius similaris Banks, 1937 相似毛嚙蟲[2,7]
Caecilius stigmaticus Okamoto, 1910 痣毛嚙蟲[1,2,7]

Genus *Coryphosmila* Enderlein 盔嚙蟲屬

Coryphosmila dolobrata (Hagen, 1858) 臺灣盔嚙蟲[1,2,7]

Genus *Dypsocus* Hagen 岱嚙蟲屬

Dypsocus tappanensis Okamoto, 1910 臺灣岱嚙蟲[2,7]

Genus *Isophanes* Banks 等嚙蟲屬

Isophanes decipiens Banks, 1937 臺灣等嚙蟲[2,7]

Genus *Kodamaius* Okamoto 柯嚙蟲屬

Kodamaius brevicornis Okamoto, 1907 短角柯嚙蟲[1,2,7]

Genus *Matsumuraiella* Enderlein 松村嚙蟲屬

Matsumuraiella enderleini Banks, 1937 恩氏松村嚙蟲[2,7]

Genus *Mepleres* Enderlein 枚嚙蟲屬

Mepleres limbatus (Enderlein, 1908) 邊枚嚙蟲[2,7]
Mepleres transversus (Banks, 1937) 寬枚嚙蟲[2,7]

Genus *Stenopsocus* Hagen 狹嚙蟲屬

Stenopsocus aphidiformis Enderlein, 1906 蚜狹嚙蟲[1,2,7]
Stenopsocus externus Banks, 1937 外狹嚙蟲[2,7]
Stenopsocus formosanus Banks, 1937 臺灣狹嚙蟲[2,7]
Stenopsocus makii Takahashi, 1938 眞木狹嚙蟲[2,7]
Stenopsocus tibialis Banks, 1937 脛狹嚙蟲[2,7]

Genus *Taeniostigma* Enderlein 痣帶嚙蟲屬

Taeniostigma ingens Enderlein, 1903 痣帶嚙蟲[1,2,7]

Family EPIPSOCIDAE —嚙蟲科

Genus *Epipsocus* Hagen 表嚙蟲屬

Epipsocus hageni Banks, 1917 哈氏表嚙蟲[2,7]

Family HEMIPSOCIDAE 半嚙蟲科

Genus *Hemipsocus* Selys-Longchamps 半嚙蟲屬

Hemipsocus chloroticus (Hagen, 1858) 臺灣半嚙蟲[1,2,7]

Family LACHESILLIDAE 姬嚙蟲科

Genus *Lachesilla* Westwood 姬嚙蟲屬

Lachesilla pedicularia (Linnaeus, 1758) 廣穀嚙蟲[1]

Family MYOPSOCIDAE 星嚙蟲科

Genus *Lophopterygella* Enderlein 洛嚙蟲屬

Lophopterygella camelina Enderlein, 1907 駝洛嚙蟲[1,2,7]

Family PERIPSOCIDAE 圍嚙蟲科

Genus *Ectopsocopsis* Badonnel 類外嚙蟲屬

Ectopsocopsis cryptomeriae (Enderlein, 1907) 隱類外嚙蟲[2,7,8]

Genus *Ectopsocus* McLachlan 外嚙蟲屬

Ectopsocus meridionalis Ribaga, 1904 南方外嚙蟲[2,8]

Ectopsocus ornatus Thornton, 1962 香港外嚙蟲[2,8]

Genus *Peripsocus* Hagen 圍嚙蟲屬

Peripsocus quercicola Enderlein, 1906 棟圍嚙蟲[1,2,7,8]

Peripsocus singularis Banks, 1937 臺灣圍嚙蟲[2,7,8]

Peripsocus stenopterus Thornton and Wong, 1968 狹圍嚙蟲[2,8]

Family PSEUDOCAECILIIDAE 叉嚙蟲科

Genus *Mesocaecilius* Okamoto 擬毛嚙蟲屬

Mesocaecilius quadrimaculatus Okamoto, 1910 四斑擬毛嚙蟲[2,7]

Genus *Pseudocaecilius* Enderlein 偽毛嚙蟲屬

Pseudocaecilius formosanus (Banks, 1937) 臺灣偽毛嚙蟲屬[2,7]

Pseudocaecilius ornatipennis (Enderlein, 1908) 斑翅偽毛嚙蟲[2,7]

Family PSOCIDAE 嚙蟲科

Genus *Amphigerontia* Kolbe 耆嚙蟲屬

Amphigerontia jezoensis Okamoto, 1907 臺灣耆嚙蟲[1,2,7]

Genus *Copostigma* Enderlein 勞嚙蟲屬

Copostigma hyalinum Okamoto, 1907 透明勞嚙蟲[1,2,7]

Copostigma subcostale Okamoto, 1907 臺灣勞嚙蟲[1,2]

Genus *Psocidus* Pearman 擬嚙蟲屬

Psocidus filicornis Enderlein, 1903 絲角擬嚙蟲[2,7]

Psocidus formosanus (Okamoto, 1907) 蓬萊擬嚙蟲[2,7]

Psocidus sauteri (Enderlein, 1908) 梭氏擬嚙蟲[2,7]

Psocidus tacaoensis (Enderlein, 1908) 臺灣擬嚙蟲[2,7]

Genus *Psococerastis* Pearman 角嚙蟲屬

Psococerastis tokyoensis (Enderlein, 1906) 東京角嚙蟲[2,7]

Genus *Psocus* Latreille 嚙蟲屬

Psocus kolbei (Enderlein, 1906) 科氏嚙蟲[1,2,7]

Genus *Trichadenotecnum* Enderlein 特嚙蟲屬

Trichadenotecnum obsitum (Enderlein, 1908) 臺灣特嚙蟲[2,7]

Trichadenotecnum sexpunctatum (Linnaeus, 1761) 六點特嚙蟲[1]

引用文獻

1. Hirashima, Y. 1989. A check list of Japanese insects. 2: 62-65. Kyushu University, Fukuoka, Japan.
2. Hua, L. 1987. A check list of Psocoptera from China. Institute of Entomology, Zhongshan University, Guangzhou, China. 21pp.
3. Lienhard, C., and J. Halperin. 1988. Preliminary list of Psocoptera from Israel with description of two new species. Israel J. Entomol. 22: 13-25.
4. Lin, T. 1968. A survey on the granary insects and their natural enemies in Taiwan. J. Taiwan Agric. Res. 17(3): 1-7. (in Chinese)
5. New, T. R. 1987. Biology of the Psocoptera. Oriental Ins. 21: 1-109.
6. Peng, W. K. (ed.) 1985. Ecology and control of store-rice pests in Taiwan, Republic of China. Department of Plant Pathology and Entomology, National Taiwan University, Taipei. 124pp. (in Chinese)
7. Smithers, C. N. 1967. A catalogue of the Psocoptera of the world. Aust. Zool. 14: 1-145.
8. Thornton, I. W. B., and S. K. Wong. 1968. The peripsocid fauna (Psocoptera) of the oriental region and the pacific. Pacif. Ins. Monogr. 19: 1-159.

A List of Psocoptera (Insecta) of Taiwan[1]

Liang-Yih Chou[2]

Summary

Scientific names and Chinese common names of 66 Psocoptera (Insecta) species of Taiwan are given.

Key words : Psocoptera, List, Taiwan.

1. Contribution No. 1920 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Associate Entomologist of the Department of Applied Zoology, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.

中華農業研究 (Jour. Agric. Res. China) 46(4) : 383~387 (1997)

Arytaina yangi (Hemiptera, Psylloidea, Psyllidae), A New Pest of *Cajanus cajan*[1]

Shan-Jen Fang[2], Shiu-Hui Chang[2] and His-Pin Shih[3]

Abstract: *Arytaina yangi* Fang was recorded for the first time as a pest to Angola pea, *Cajanus cajan* (L.) Millsp., in Taiwan. The morphology of its first to fifth instar nymphs were described and illustrated.

Key words: Psyllidae, *Arytaina yangi* Fang, Angola pea, *Cajanus cajan* (L.) Millsp.

INTRODUCTION

There are two species of genus *Arytaina* in Taiwan, *A. albizziae* Yang and *A. yangi* Fang. The former was found on, *Albizza julibrissin* Durazz. *Arytaina yangi* was found on *Cajanus cajan* (L.) Millsp. Host plants of both species are all belonging to the family of Mimosaceae.

Arytaina yangi Fang, 1990

Fig.1

Arytaina yangi Fang, 1990. J. Taiwan Mus. 43(1) : 111

First instar nympg (Fig. 1-A)

Length of body: 0.31-0.32mm

Length of antenna: 0.09mm

Body oval, about 1.9 times as long as wide and general color orange yellow. Eyes reddish. Abdomen yellow. Head and prothorax fused completely, separated from mesothorax by membrane, anterior margin rounded. Antennae 2-segmented, relative length of each segment about 5.2 : 1.0, with one sensorium on segment II and 2 apical setae. Meso-and metathorax with 3+3 large medial and 2+1 small lateral sclerites, with 1+1 lanceolate setae at margin. Legs long, 3-segmented, tibiotarsus with 2 claws, one at apex, with 7 pairs of lanceolate setae at margin, 4 pairs of lateral lanceolate setae and 6 pairs of medial lanceolatesetae. Anal opening ventral, set a distance from apex of abdomen. Ring of circum-

1. Contribution No. 1921 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Respectively, Assistant Entomologist and Project Assistant. Applized Zoology, TARI, Wufeng, Taiwan, ROC.
3. Assistant Researcher, Plant Protection Division, Taoyuan Distict Agricultural Improvement Station, Hsinwu, Toyuan, Taiwan, ROC。

anal porescomposed of single row of slit-like pores.

Second instar nymph (Fig. 1-B)

Length of body: 0.44mm

Length of antenna: 0.14mm

Differs from the first instar nymph as the follow : Body about 1.8 times as long as wide. Anterior margin of head+ prothorax more or less straight around at apex. Antennae 3-segmented, relative length of each segment about 1.5 : 1.0 : 5.5, with one sensorium on segment Ⅲ. Wing-pads developed slightly, each with a pair of spatulate setae. Meso-and metathorax with 3 + 3 large medial and 2 + 2 lateral sclerites. Abdomen with 6 pairs of strip-like sclerites at base, with 4 pairs of lanceolate setae at margin, but without any lanceolate setae on the dorsal surface of abdomen.

Third instar nymph (Fig. 1-C)

Length of body: 0.54-0.58mm

Length of antenna: 0.16-0.18mm

Differs from the second instar nymph as follow : Body about 1.7 times as long as wide, general color pale yellow. Antennae 5-segmented, relative length of each segment about 2.5 : 1.8 : 3.0 : 1.0 : 2.0, with 2 sensoria on segment Ⅲ and Ⅳ. Wing-pads developed, non-overlapping, with 1+2 pairs of spatulate setae, Meso-and metathorax with 3+2 large medial and 2+2 lateral sclerites. Abdomen with 4 pairs of strip-like sclerites at base, the first one was separated into two pieces, with 9 pairs of spatulate setae at margin totally.

Fourth instar nymph (Fig. 1-D)

Length of body: 0.72-0.82mm

Length of antenna: 0.24-0.34mm

Differs form the third instar nymph as follow : Body about 1.4 times as long as wide, general color pale brown. Head+prothorax with 3 pairs of spatulate setae at anterior margin, one pair on the surface of sclerites and one pair at the margin below eyes. Antennae 7-segmented, relative length of each segment about 2.6 : 1.5 : 1.0 : 1.0 : 2.6 : 1.1 : 1.4, with 3 sensoria on segment Ⅲ and Ⅴ-Ⅵ. Wing-pads developed and overlapping. Forewing-pads with 7 pairs and hindwing-pads with 2 pairs of spatulate setae at margins. Apex of forewing-pad external to margin of abdomen. Abdomen with 4 pairs of strip-like sclerites at base and with about 10 pairs of spatulate setae at margin.

Fifth instar nymph (Fig. 1-E)

Length of body: 0.98-1.08mm

Length of antenna: 0.42-0.46mm

Body elongate, about 1.5 times as long as wide, general color pale brown. Eyes dark red. Sclerites and wing-pads brown. Head and prothorax fused completely, with a pair of large sclerites on dorsal surface, anterior margin straight between antennae, with about 7 pairs of spatulate setae on the surface. Antennae 9-segmented, relative length of each segment about 2.5 : 1.2 : 1.2 : 1.3 : 1.3 : 1.0 : 2.3 : 1.0 : 1.7, with 4 sensoria on segment Ⅲ, Ⅴ, Ⅶ and Ⅷ, with 2 long setae at the last segment. Meso and metathorax with 3 + 2 medial and 2 + 1 lateral

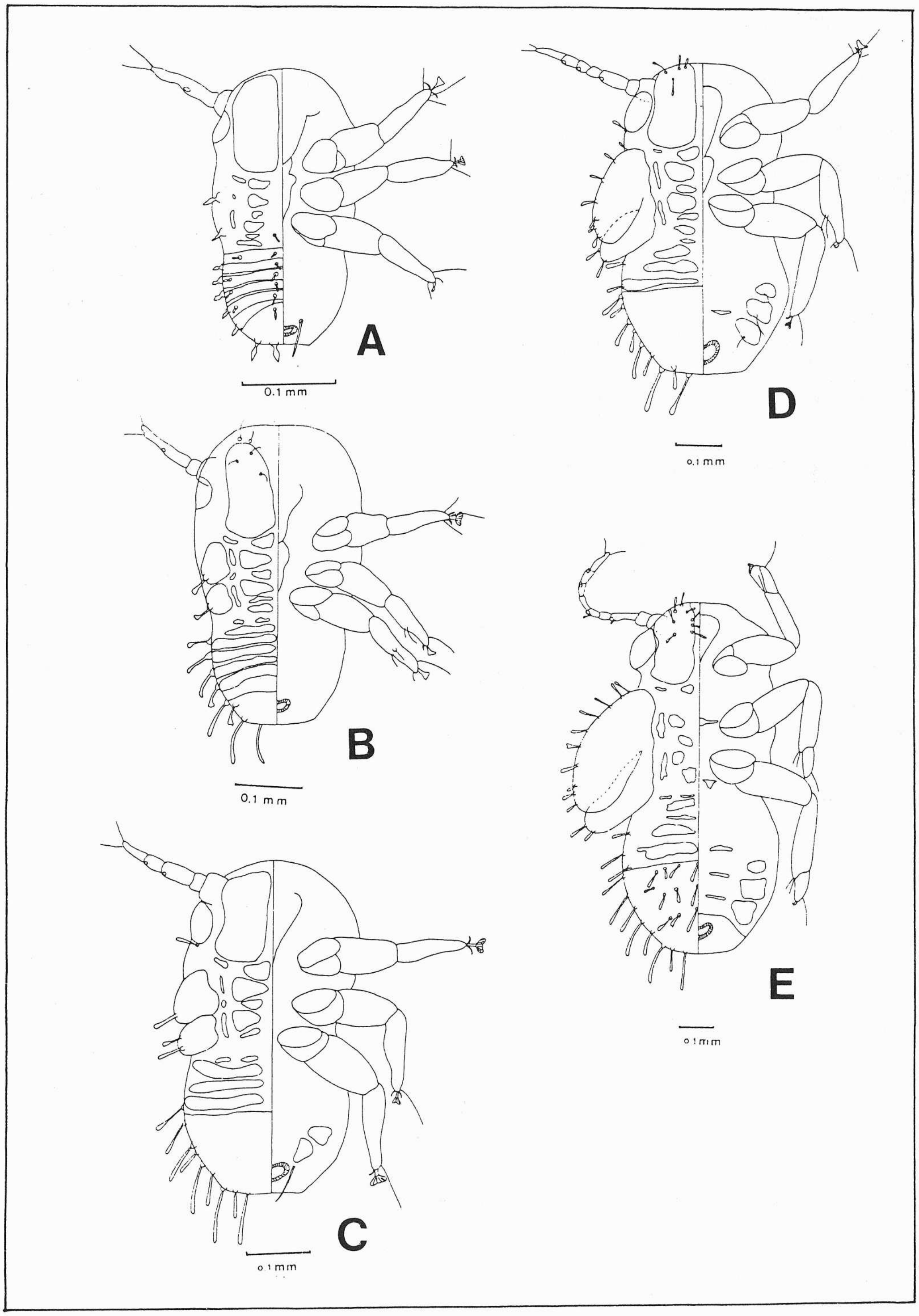

Fig. 1. *Arytaina yangi*Fang, 1990. A. First instar nymph; B. Second instar nymph; C. Third instar nymph; D. fourth instar nymph; E. fifth instar nymph.

sclerites. Wing-pads developed and overlapping. Forewing-pads with 10 pairs of spatulate setae at margins, apex adjacent to margin of hindwing-pads. Hindwing-pads with 2 pairs of spatulate setae at margins, apex external to margin of abdomen. Legs 4-segmented, apex of tarsus with 2 claws, and one funnel-shaped arolium and one golf-club-shaped seta. Abdomen with 5 pairs of strip-like sclerites at base and a large one at apex, with many pairs of spatulate setae at margin and on the dorsal surface of abdomen. Anal area of abdomen scleritized. Anal opening ventral, set a distance to apex of abdomen, ring of circum-anal pore composed of single row of slit-like pores.

Specimens examined：

1st instar nymph：2,

2nd instar nymph：1,

3rd instar nymph：2,

4th instar nymph：5,

5th instar nymph：9,

Hsiunglin（芎林），Hsinchu Hsien（新竹縣）, 12-Ⅷ-1997, H. P. Shih.

Host plant：*Calanus cajan*(L.) Millsp.

Distribution: Taiwan.

REFERENCE

1. Fang, S. J. 1990. Psylloidea of Taiwan Supplement Ⅱ.（Homoptera）. J. Taiwan Mus. 43(1)：103 -117.

一種樹豆新害蟲— *Arytaina yangi* (半翅目：木虱總科：木虱科)[1]

方尚仁[2] 張秀惠[2] 施錫彬[3]

摘要：*Arytaina yangi* Fang 爲樹豆（*Cajanus cajan*(L.) Millsp.）之新記錄害蟲，本文詳細的描述並繪製各齡若蟲的形態特徵。

關鍵詞：*Arytaina yangi* Fang、木虱科、樹豆、*Cajanus cajan*(L.) Millsp.

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1921 號。
2. 本所應用動物系助理研究員、前約僱助理。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 臺灣省桃園區農業改良場植物保護研究室助理研究員。臺灣省　桃園縣　新屋鄉。

中華農業研究（Jour. Agric. Res. China）46(4)：388～406（1997）

噴霧屏蔽行進中性能之模擬[1]

蔡致榮[2]　H. Erdal Ozkan[3]

摘要：有關屏蔽噴霧之風洞試驗大都於靜止情況下進行，而田間試驗則著重於飄移數量之調查，因此，並無行進中噴霧屏蔽性能之資料可資參考，更別提噴霧屏蔽之行進速度與行進方向對降低噴霧飄移之影響，本研究中使用電腦流體動力模擬軟體 FLUENT，模擬雙弧形薄板屏蔽以研究行進屏蔽於不同行進速度與行進方向對降低飄移之影響。同時，更進一步比較三維度氣流中機械式屏蔽與氣流式屏蔽之行進屏蔽效果。本研究所得之主要結論如后，風速與噴霧機行進速度間區域相對速度在控制行進中噴霧機之噴霧飄移上扮演重要角色，區域相對速度愈大，飄移潛勢愈大。傳統噴霧當噴霧機逆風作業時飄移潛勢隨行進速度之增加而略微增加，但當噴霧機順風作業時只要噴霧機行進速度小於風速，飄移潛勢係隨行進速度之增加反而降低。雙弧形薄板屏蔽對於降低飄移之表現，不管是逆風或順風作業都比無屏蔽噴霧來得佳，而逆風作業顯然比順風作業有較低之飄移潛勢。行進速度1.34m／s 下比較三維度氣流中屏蔽性能之模擬結果顯示雙弧薄板屏蔽分別於逆風與順風作業時，提供相較於傳統逆風向下噴霧達60.6%與29.3%之減低飄移效果，而具最佳操作設定之氣流屏蔽不管是逆風或順風作業都提供減低飄移之完全控制。

關鍵詞：噴霧屏蔽、行進、CFD 模擬、FLUENT。

前　　言

有關屏蔽噴霧（shielded spraying）之風洞試驗大都於靜止情況下進行[3,7,12,15]，而田間試驗則著重於飄移數量之調查[2,5,9,12]，因此，並無行進中噴霧屏蔽性能之資料可資參考，更別提噴霧屏蔽之行進速度與行進方向對降低噴霧飄移之影響，然而實際上噴霧屏蔽係隨噴霧機而移動，由於此問題本身之複雜性、試驗室所需設備是否可得，以及許多田間試驗無法控制之變數等因素，想進行此類實際試驗事實上有其困難，然而，倘使用電腦流體動力（Computational Fluid Dynamics, CFD）模擬軟體，則相當方便以獲得行進中噴霧屏蔽之空氣動力特性。

本研究之目的有二：其一，探討二維度氣流中噴霧屏蔽行進中之性能：係使用蔡氏[13]所得機械式屏蔽中性能最佳之雙弧形薄板屏蔽（double foil shield）以研究行進中屏蔽於不同行進速度（1.34、1.79、2.24與2.68 m／s）與行進方向（逆風與順風）下對降低飄移之影響，同時比較有關無屏蔽傳統噴霧之情形。其二，比較機關式與氣流式噴霧屏蔽之行進性能：蔡氏研究所得最佳性能之機械式屏蔽（雙弧形薄板屏蔽）與氣流式屏蔽[1]被模式化以模擬三維度氣流中只具單一霧粒釋放噴頭之屏蔽效果。

---

1. 臺灣省農業試驗所　研究報告第 1922 號。
2. 本所農業工程系助理研究員。臺灣省　臺中縣　霧峰鄉。
3. 美國俄亥俄州立大學食品、農業與生物工程系教授。美國　俄亥俄州。

理論分析

本研究中普通用途之 CFD 軟體 FLUENT ® 被使用以模擬位於屏蔽附近之流場與霧粒軌跡，對此霧粒移動之模擬，FLUENT 視空氣流爲連續相，而視霧粒爲於此連續相中第二散佈相，基本上無霧粒存在之流場縮斂解首先求得，而後第二散佈相之霧粒才被導引進入縮斂流場中，霧粒軌跡可被追蹤而作其他評估用途。底下略述 FLUENT 模擬根據之理論基礎，其包括連續相之標準 K-ε 紊流模式（K-ε turbulence model）與壁函數（wall function），以及第二散佈相之拉格蘭散佈模式（Lagrangian dispersed model）與熱質傳計算。

一、FLUENT 之 K-ε紊流模式

FLUENT 所採用具固定黏度不可壓縮紊流在直角座標系 Xi 軸向之基本方程式有

質量守恆方程式：$$\frac{\partial\left(\bar{U}_i\right)}{\partial x_j}=0 \qquad (1)$$

此處 U_i 係 X_i 軸向流體之速度。

動量守恆方程式：

$$\rho\frac{\partial}{\partial t}\bar{U}_i+\rho\frac{\partial}{\partial x_j}(\bar{U}_j\bar{U}_i)=\rho g_i-\frac{\partial\bar{P}}{\partial x_i}+\frac{\partial}{\partial x_j}\left[\mu\left(\frac{\partial\bar{U}_i}{\partial x_j}+\frac{\partial\bar{U}_j}{\partial x_i}\right)-\rho\overline{U_j'U_i'}\right] \qquad (2)$$

此處ρ係流體質量密度（density），ρg_i 係作用在流體單位體積內於 X_i 軸向之外力，乃只考慮重力效果而言，P 係壓力，μ係流體動力黏度。方程式(1)與(2)中具上方刻劃⁻者係代表對應之平均值，具′符號者係代表對應項對平均值之變動值（fluctuation），而具下標 $_j$ 者係張量（tensor）表示方式，其代表加法協定（summation convention）被使用於這些具重複性指數之各項。

在 FLUENT 的 K-ε紊流模式中，不可壓縮流之雷諾應力（Reynolds stresses）係根據Boussinesq 假設(6)，以紊流黏度μt 爲比例常數而與平均速度梯度相關連如下式。

$$\begin{aligned}\rho\overline{U_i'U_j'}&=\frac{1}{3}\rho\overline{U_i'U_i'}\delta_{ji}-\mu_t\left(\frac{\partial\bar{U}_i}{\partial x_j}+\frac{\partial\bar{U}_j}{\partial x_i}\right)\\&=\frac{2}{3}\rho K\delta_{ij}-\mu_t\left(\frac{\partial\bar{U}_i}{\partial x_j}+\frac{\partial\bar{U}_j}{\partial x_i}\right)\\&=\bar{P}_t-\mu_t\left(\frac{\partial\bar{U}_i}{\partial x_j}+\frac{\partial\bar{U}_j}{\partial x_i}\right)\end{aligned} \qquad (3)$$

此處$\delta_{ji}=1$ for $j=i$ and $\delta_{ji}=0$ for $j\neq i$；K 係紊流動能（turbulent kinetic energy），對等向性紊流（isotropic turbulence）而言，$K=\frac{1}{2}\overline{U_i'U_i'}$；$\bar{P}_t$ 係紊流壓力平均值。當方程式(3)被代入方程式(2)後，雷諾平均化（Reynolds averaged）動量方程式仍然同於紊流動量方程式，但是μ與 P 被以有效值取代如下

$$\rho\frac{\partial}{\partial t}\bar{U}_i+\rho\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\overline{U_j'U_i'}\right)=\rho g_i-\frac{\partial P_{eff}}{\partial x_i}+\mu_{eff}\frac{\partial}{\partial x_j}\left(\frac{\partial\bar{U}_i}{\partial x_j}+\frac{\partial\bar{U}_j}{\partial x_i}\right) \qquad (4)$$

此處$\mu_{eff}=\mu+\mu_t$；$P_{eff}=\bar{P}+\bar{P}_t$。紊流黏度$\mu_t$ 可假設它與速度規模 v 與長度規模l之乘積成正比而獲得，在 K-ε紊流模式中，其與紊流動能 K 與紊流動能消散率（the dissipation rate of tubulent kinetic energy）ε相關連如下

$$\mu_t\sim vl\sim\sqrt{K}\frac{\sqrt{K^3}}{\varepsilon}\sim\frac{K^2}{\varepsilon}$$

$$\mu_t=\rho C_\mu\frac{K^2}{\varepsilon} \qquad (5)$$

其中 C_μ乃經驗常數，在 FLUENT 中 C_μ之預設值爲0.09。至於 P_{eff} 在霧粒移動之模擬中並不重要，此處不予討論。

二、FLUENT 之壁函數

在 FLUENT 中經驗壁函數被使用以替代在近壁之網格點（grid point）上求解整個紊流邊界層（turbulent boundary layer），壁函數根基於假設有一完全發展之平衡紊流邊界層存在，所有相關之流體特性可由描述此邊界層之對數律（log law）而獲得，使用 FLUENT 之標準壁函數時紊流中壁邊界層係由一穩流次層（laminar sublayer）與一完全紊流之對數律區組成，而壁剪切應力可如下加以計算

在完全紊流之對數律區 $y^+>11.25 \Leftrightarrow \frac{U_p}{U^*}=\frac{1}{k}\ln(Ey^+)$ ……(6)

在穩流次層 $y^+>11.25 \Leftrightarrow \tau_w=\mu\frac{\partial U}{\partial n}=\mu\frac{\triangle U}{\triangle n}$ ……(7)

此處 $U^*=\sqrt{\frac{\tau_w}{\rho}}$ 係摩擦速度（friction velocity），$y^+=\rho U^*\triangle n_p/\mu=\rho K_p^{1/2}C_\mu^{1/4}\triangle n_p/\mu$ 係通用速度（universal velocity），k 係 Von Karman 常數（0.42），E 係經驗常數（9.81），Up 係流體於近壁 p 點處之速度，Kp 係流體於近壁網格點 p 處之紊流動能，C_μ 係經驗常數（0.09），$\triangle n_p$ 係 p 點離壁之距離，μ 係流體黏度。

三、FLUENT 之拉格蘭散佈模式

當紊流場被以歐勒（Euler）參考標準解得後，FLUENT 之拉格蘭散佈模式被使用以模擬連續流中蒸發性霧粒之軌跡，其所需之假設如下：

1. 除了曳力（drag）與重力外，所有外力都被忽略。
2. 所有霧粒都是球形而且彼此間是分離的。
3. 霧粒相充分稀薄，亦即具相當低之體積百分率，通常低於10—12%，以致於霧粒與霧粒間相互作用與霧粒體積百分率對氣體連續相之影響可被忽略。根據 Rhee 氏等人[11]對噴霧體積百分率之估算研究，平扇形（flat fan）噴頭之體積百分率低於2%，因此，此處使用拉格蘭散佈模式以模擬霧粒移動相當可以接受。
4. 霧粒流被以定義良好之入口與出口狀況而注入連續流中。
5. 隨機行走（random walk）模式被使用以預測霧粒由於氣體連續相中紊流影響之散佈，瞬間紊流速度之變異對霧粒軌跡之影響則使用隨機方法（stochastic methods）加以涵括，然而，氣體連續相中霧粒對紊流之產生或消散並無直接影響。

FLUENT 之拉格蘭散佈模式係於拉格蘭參考標準下積分霧粒力量平衡而預測散佈霧粒之軌跡，根據牛頓第二定律（Newton's second law）霧粒之力量平衡可導得如下

$$m\frac{d\vec{V}_d}{dt}=\vec{F}_D+m\vec{g} \quad \cdots\cdots(8)$$

此處 m 係霧粒質量，$\vec{V}_d$ 係霧粒速度，$\vec{g}$ 係重力加速度，而曳力（drag force）$\vec{F}_D$ 可寫成

$$\vec{F}_D=-mk\ (\vec{V}_d-\vec{V}_w)\ =-\frac{1}{2}C_D\rho_a\frac{\pi d^2}{4}|\vec{V}_d-\vec{V}_w|\ (\vec{V}_d-\vec{V}_w) \quad \cdots\cdots(9)$$

此處 $\bar{V}_w$ 代表風速，而 k 可併入相對雷諾數(relative Reynolds number R_e)而寫成

$$k=\frac{18\mu_a}{\rho_d d^2}\frac{C_D R_e}{24} \quad \cdots\cdots(10)$$

$$\text{其中 } R_e=\frac{\rho_a d|\vec{V}_d-\vec{V}_w|}{\mu_a} \quad \cdots\cdots(11)$$

此處μ_a 係空氣之動黏度(dynamic viscosity)，ρ_d 係霧粒密度，d 係霧粒直徑，而曳力係數 C_D

之關係式 FLUENT 係使用 Morsi 與 Alexander 氏[8]所提供者如下所示

$$C_D=a_1+\frac{a_2}{R_e}+\frac{a_3}{Re^2} \quad \cdots\cdots(12)$$

此處 a_1、a_2 與 a_3 係特定雷諾數範圍之常數。

K-ε紊流模式之紊流效果於本研究中係使用離散隨機行走（discrete random walk）模式加以處理，使用此種模式時速度之變動成份係時間之片段離散常數，其隨機值在渦流壽命特性決定之時間區段內保持固定，為涵括紊流對霧粒散佈之影響，三維度空氣速度之瞬間值表示如下

$$u_a=\bar{u}+u', \; v_a=\bar{v}+v', \text{ and } w_a=\bar{w}+w' \quad \cdots\cdots(13)$$

此處 $\bar{u}$、$\bar{v}$、與 $\bar{w}$係平均空氣速度之三分量，而於紊渦流壽命時間內且正當霧粒通過時，數值佔優勢之 u'、v' 與 w' 係假設為高斯機率分佈（Gaussian probability distribution）而如下加以決定

$$u'=\sqrt{\overline{u'^2}}, \; v'=\zeta\sqrt{\overline{v'^2}}, \text{ and } w'=\zeta\sqrt{\overline{w'^2}} \quad \cdots\cdots(14)$$

此處ζ係常態分佈之隨機數，而 $\sqrt{\overline{u'^2}}$、$\sqrt{\overline{w'^2}}$、與 $\sqrt{\overline{w'^2}}$ 係空氣速度變動之區域均方根值（local root mean square），對等向性 K-ε紊流模式而言，其可由紊流動能 K 而獲得如下

$$\sqrt{\overline{u'^2}}=\sqrt{\overline{v'^2}}=\sqrt{\overline{w'^2}}=\sqrt{\frac{2K}{3}} \quad \cdots\cdots(15)$$

假設霧粒與氣相渦流於渦流壽命內交互作用，當渦流壽命臨終時，瞬間速度之新值由引用另一常態分佈隨機數ζ而獲得，對與流體一起移動之小顆粒而言，渦流之特性壽命時間 τ_e 係由流體之拉格蘭積分時間（Lagrangian integral time）T_{LI} 主宰，其可被定義成常數或對 T_{LI} 而隨機變動如下[4]

$$\tau_e=2T_{LI} \quad \cdots\cdots(16)$$

或 $\tau_e=-T_{LI}\log(r)$ ⋯⋯(17)

此處 r 係介於0與1之隨機數，而拉格蘭積分時間 T_{LI} 在 K-ε紊流模式中為

$$T_{LI}\approx 0.15\frac{K}{\varepsilon} \quad \cdots\cdots(18)$$

四、FLUENT 之熱質傳計算

在 FLUENT 模擬中霧粒對連續流體相之影響，係以引進由於惰性加熱或冷卻（inert heating or cooling）以及蒸發（vaporization）而來之熱質傳而加以處理，惰性加熱或冷卻乃當霧粒溫度小於霧粒發溫度與霧粒揮發部份被耗盡後被使用，惰性加熱律被使用直至霧粒溫度達霧粒蒸發溫度，當霧粒揮發部份耗盡後熱傳計算回復採用惰性冷卻律，然而，當霧粒溫度達霧粒蒸發溫度後，霧粒蒸發之質傳必須被考慮直至霧粒達沸騰點或霧粒揮發部份完全耗盡。

對本研究進行之模擬而言，空氣流與霧粒被假設成同溫，且霧粒蒸發溫度設為273K，因此只有霧粒蒸發之質傳被考慮，根據 FLUENT 使用者手冊[4]其相關之公式如下

For $T_d<T_{bp}$ or $m_d>(1-f_{v0})\;m_{d0}$

$$\frac{dm_d}{dt}=N_{i'}A_d\,M_{i'}=k_c(C_{i',s}-C_{i',\infty})A_d\,M_{i'}$$

$$=2\pi d\frac{D_v\,M_{i'}}{\bar{R}}\,(1.0+0.3R_e^{1/2}\,Sc^{1/3})\left(\frac{P_{sat}}{T_d}-X_{i'}\frac{P_{op}}{T_\infty}\right) \quad \cdots\cdots(19)$$

此處 T_d 係霧粒溫度（K），T_{bp} 係沸騰溫度（K），m_d 係霧粒現時質量（kg），係 f_{v0} 係揮發比率，m_{d0}係霧粒初始質量（kg），$N_{i'}$ 係蒸汽莫耳通量（$\frac{mole}{m^2\cdot s}$），A_d 係霧粒表面積（m^2），$M_{i'}$ 係品系 i′ 之莫耳重，k_c 係質傳係數（$\frac{m}{s}$），$C_{i',s}$ 與 $C_{i',\infty}$係在霧粒表面與連續相大氣中之蒸汽濃度（$\frac{mole}{m^3}$），d係霧粒直徑（m），D_v 係蒸汽在連續相大氣中之擴散係數（$\frac{m^2}{s}$），$\bar{R}$ 係理想氣體之通用氣體常數，R_e 與 S_c 係連續流之雷諾數與史密特數（Schmidt number），P_{sat} 係霧粒溫度下之飽和蒸汽壓（atm），$X_{i'}$ 係品系 i′ 之區域莫耳分數，P_{op} 係操作壓力（atm），T_∞係連續流之區域溫度（K）。方程式(19)中霧粒表面之蒸汽濃度乃假設在分界面之蒸汽偏壓等於霧粒溫度之飽和蒸汽壓而

評估（$C_{i',s}=\frac{P_{sat}}{\bar{R}T_d}$；而在連續相大氣中之蒸汽濃度係由求解品系 i′ 之傳播方程式而得（$C_{i',\infty}=X_{i'}\frac{P_{op}}{RT_\infty}$）。至於質傳係數 k_c 係由 Ranz 與 Marshall氏[10]有名之下述關係式而加以計算。

$$N_{um}=\frac{k_c d}{D_v}=2.0+0.6Re^{1/2}\,Sc^{1/3} \qquad (20)$$

此處 N_{um} 係質量傳遞之那瑟數（Nusselt number）。在特定問題中，為了讓方程式(19)真正可行，飽和蒸汽壓與二體擴散係數（binary diffusivity）必須於可能霧粒溫度之整體範圍中被準確地提供。

材料與方法

本研究使用模擬軟體 FLUENT 依「移動世界」策略[14]以模擬行進中噴霧屏蔽之效果，噴霧機被視為靜止之物件，而整個世界以固定之水平速度移動經過此噴霧機，因此，在此模擬中所有速度乃相對於位於噴霧機上之觀察者而言。假設噴霧機之水平速度為 U_s，為顧計「移動世界」之模擬，所有水平壁邊界（wall boundaries）之速度與進入模擬領域之水平空氣速度都必須被減去 U_s 以獲得真正之相對速度。

圖 1 顯示雙弧形薄板屏蔽行進性能評估之二維度模擬領域，雙弧形薄板屏蔽位於模擬風下風處 1

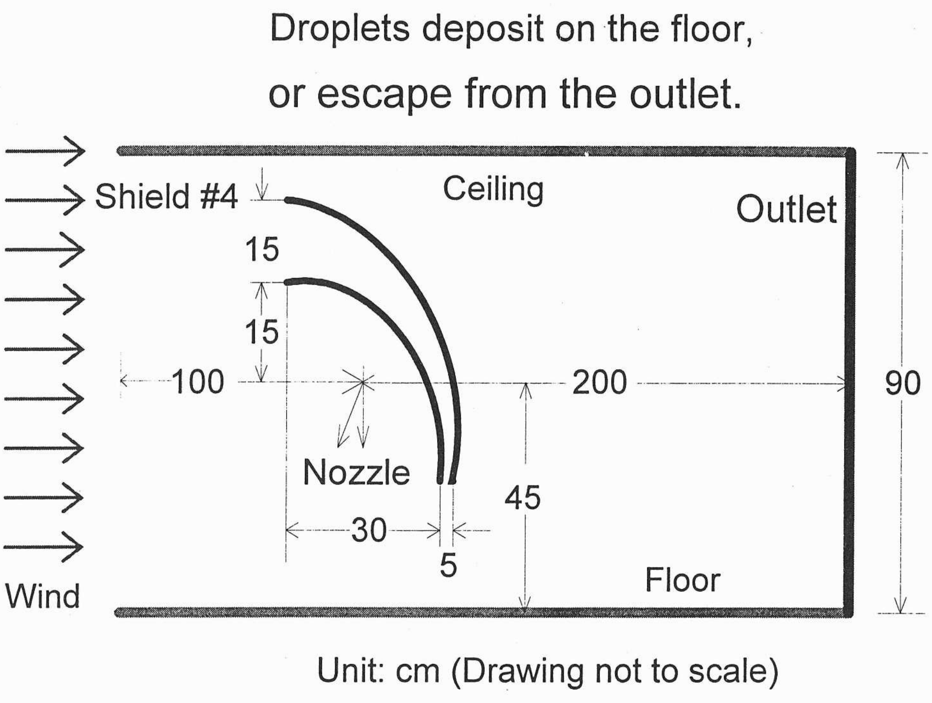

圖 1. 雙弧形薄板屏蔽行進性能評估之二維度模擬領域

Fig. 1. The simulation domain of moving double foil shields in two dimensional flow.

m處，詳細規格亦加註於此圖中，而模擬之噴頭則位於模擬風下風處1.15m 高度45cm 處，使用之模擬風速爲 6 m/s。至於三維度氣流中屏蔽比較之模擬，雙弧形薄板屏蔽與具氣流速度40 m/s、氣流流量1.7 $m^3/s/m$ 及氣流角度15度之氣流屏蔽被選擇以進行比較，其模擬領域長 3m、高 1m、寬 1m，噴霧屏蔽寬50cm，位於模擬領域之中心，且其中心在模擬風入口下風 1m 處。本部份之模擬亦採「移動世界」之模擬策略以模擬具1.34m/s 行進速度之屏蔽於逆風或順風情形下之作業，使用之模擬風速亦爲 6 m/s。

模擬所用之噴頭資料係以由 Malvern 雷射粒徑分析儀所獲得 Teejet XR 8002 噴頭之霧粒特性，按 Rosin-Rammler 粒徑與霧粒質量分佈[4]加以配湊而得下述之公式：

$$M_d = e^{-\left(\frac{d}{179.5}\right)^{1.64}} \qquad (21)$$

此處 M_d 代表所有霧粒粒徑大於某特定粒徑 d 之質量比率（以小數表示），而 d 代表霧粒粒徑（以μm 表示）。所配湊 Rosin-Rammler 粒徑與霧粒質量分佈與原始之量測數據被比較並顯示於圖 2 中，顯然地，此一配湊之粒徑分佈在較大與較小霧粒範圍並非十分理想，但足以代表 TeeJet XR8002 噴頭而於本模擬研究中被使用以爲比較之標準。

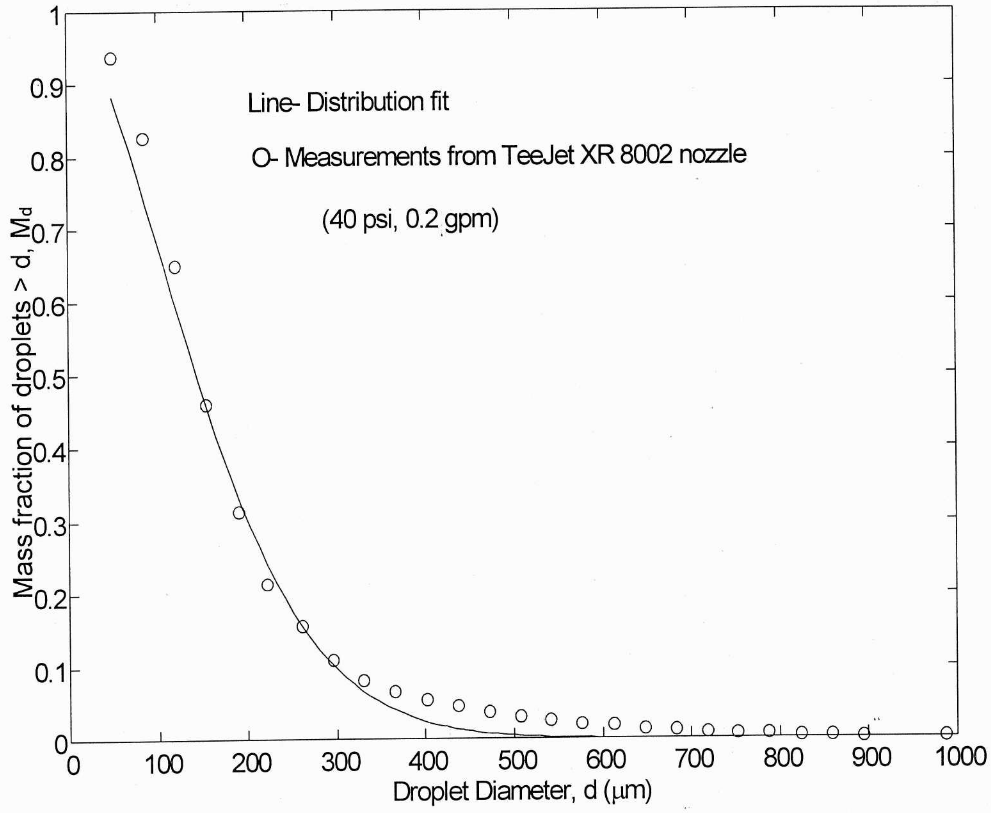

圖 2. TeeJet XR 8002 噴頭之 Rosin-Rammler 粒徑與霧粒質量分佈

Fig. 2. Rosin-Rammler size distribution fit for TeeJet XR 8002 nozzle.

爲著重於 TeeJet XR8002 噴頭所產生霧粒之主要粒徑範圍，本研究中所有模擬只考慮粒徑從50至600μm，而且爲模擬方便只有100個霧粒被釋放並加以分析，其粒徑分佈按下述之線性公式決定之。

$$d_I = d_{min} + \frac{d_{max} - d_{min}}{N-1}(I-1) \quad \cdots\cdots (22)$$

此處 d_I 代表第 I 個霧粒之粒徑（μm），d_{min} 乃最小之霧粒粒徑（50μm），d_{max} 乃最大之霧粒粒徑（600μm），N 代表模擬之總霧粒數（100），I 係表示每一霧粒用之指數，從 1 至 N。模擬所釋放之100個霧粒抑沉積附著於地上或從位於噴頭下風 2 m 處之出口而逃逸出模擬區域，本研究按 Young 氏[16]之定義稱此逃出模擬區域之部份霧粒爲飄移潛勢（drift potential）。

結果與討論

一、二維度氣流中噴霧屏蔽行進中之性能

行進中雙弧形薄板屏蔽於不同行進速度與行進方向下對降低飄移影響之模擬結果摘列於表 1 中，圖 3 顯示行進中雙弧形薄板屏蔽在行進速度1.34、1.79、2.24與2.68 m/s 時順、逆風作業之飄移潛勢與屏蔽上之霧粒附著，該圖中之圖例：「SH」代表雙弧形薄板屏蔽，「NoS」代表傳統之無屏蔽噴霧，「DN」代表噴霧機順風作業，「UP」代表噴霧機逆風作業，「20」代表霧粒釋放角20度，而「0」代表霧粒釋放角 0 度。

表 1. 行進中雙弧形薄板屏蔽之模擬結果

Table 1. Simulation results of the moving double foil shield.

	Travel Speed (m/s)			
	1.34	1.79	2.24	2.68
	Drift Potential (%)			
Sh^z-Dn^y-20^x	47.692	45.403	42.841	42.419
Sh-Dn-0^w	46.578	42.693	42.327	40.06
Sh-Up^v-20	26.668	26.718	26.735	24.182
Sh-Up-0	24.116	24.164	24.178	24.217
NoS^u-Dn-20	56.373	56.133	55.839	55.463
NoS-Dn-0	52.25	52.025	51.751	51.403
NoS-Up-20	57.205	59.299	59.378	59.446
NoS-Up-0	53.041	53.122	53.194	53.258
	Deposition On the Shield (%)			
DOS^t-Dn-20	1.487	2.772	4.481	1.254
DOS-Dn-0	1.635	5.111	3.604	3.1

^{z} Sh-Moving Double Foil Shield
^{y} Dn-Traveling Downwing
^{x} 20-Droplet Release Angle: 20 degrees
^{w} 0-Droplet Release Angle: 0 degree
^{v} Up-Traveling Upwind
^{u} NoS-Conventional Spraying (No Shielding)
^{t} DOS-Deposition On the Shield (%)

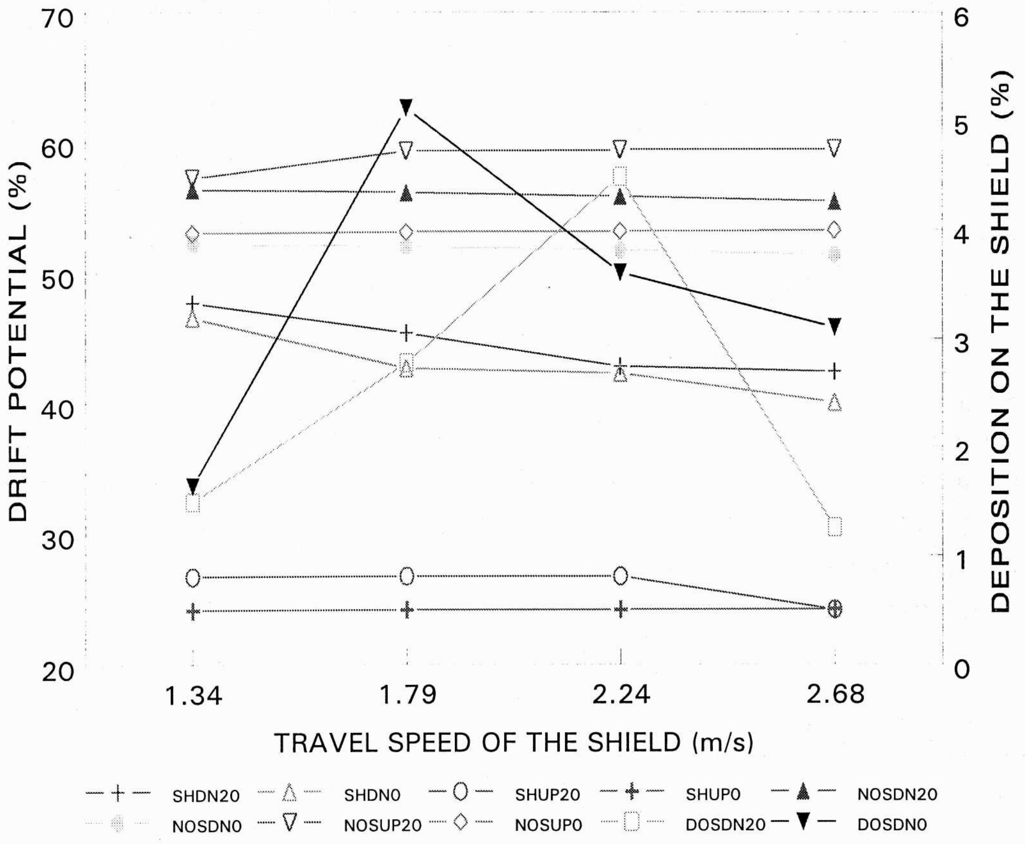

圖 3. 行進中雙弧形薄板屏蔽之飄移潛勢與屏蔽上之噴霧附著

Fig. 3. Drift potential and deposition on the shield of the moving double foil shield.

於討論行進中雙弧形薄板屏蔽之飄移潛勢前，吾人先探究相同狀況下傳統噴霧之飄移潛勢，圖 3 中上方之四條曲線顯示使用傳統噴霧之情形，當噴霧機逆風作業時飄移潛勢隨行進速度之增加而略微增加，但是當噴霧機順風作業時只要噴霧機行進速度小於風速，飄移潛勢係隨著行進速度之增加反而降低。儘管不同行進速度間飄移潛勢之差異相當微小，此一趨勢卻十分明顯，其理由實際上起因於區域性相對速度（係指風速相對於噴霧機行進速度而言）之影響，區域性相對速度愈大，飄移潛勢愈大。此外，霧粒釋放角20度之模擬情況比霧粒釋放角 0 度者具較大飄移潛勢，此乃可預期之現象，因爲當霧粒被以20度之釋放角釋放時係逆風而上。

相同趨勢之飄移潛勢變化也於行進中雙弧形薄板屏蔽之模擬中顯現，但有一例外情況。當雙弧形薄板屏蔽以2.68 m/s 之速度逆風行進時，具霧粒釋放角20度向前之飄移潛勢理應高過其他較低行進速度之飄移潛勢，然而，模擬之結果顯示此情形下雙弧形薄板屏蔽之飄移潛勢卻是所有模擬行進速度中最低者，此可能意味著在2.68 m/s 之行進速度下，雙弧形薄板屏蔽所誘引之氣流凌駕風速與移動屏蔽間區域相對速度之影響。

從模擬所得之結果明顯可知，雙弧形薄板屏蔽之表現不管是逆風或順風作業都比無屏蔽噴霧來得佳，就四行進速度與兩霧粒釋放角度平均而言，雙弧形薄板屏蔽相對於無屏蔽逆風噴霧分別對逆風與

順風作業提供55.1%與21.9%之減低飄移效果，而雙弧形薄板屏蔽逆風作業顯然比順風作業有較低之飄移潛勢，圖 4 解釋爲何雙弧形薄板屏蔽順風作業有較低減低飄移效果，圖中霧粒軌跡之不同顏色係代表不同之霧粒直徑，深藍色者代表霧粒直徑介於50至94.4μm間，藍色者代表霧粒直徑介於100至283μm間，而綠色、黃色與紅色者分別代表霧粒直徑從289遞增至600μm。基本上雙弧形薄板屏蔽不管逆風或順風作業之流場樣式（圖 5）都與靜止屏蔽之流場樣式（圖 6）相類似，唯具有不同之速度範圍，然而，當雙弧形薄板屏蔽順風作業時，霧粒釋放點變成位於屏蔽正後方之低速度區，很顯然地，此種情形下屏蔽誘引之氣流並不存在或未強大到足以壓制由小霧粒而來之飄移，因爲當噴霧機順風作業時，小霧粒受低速度區影響而被揚起，進而增加飄移潛勢，其中部份小霧粒通過雙弧形薄板屏蔽

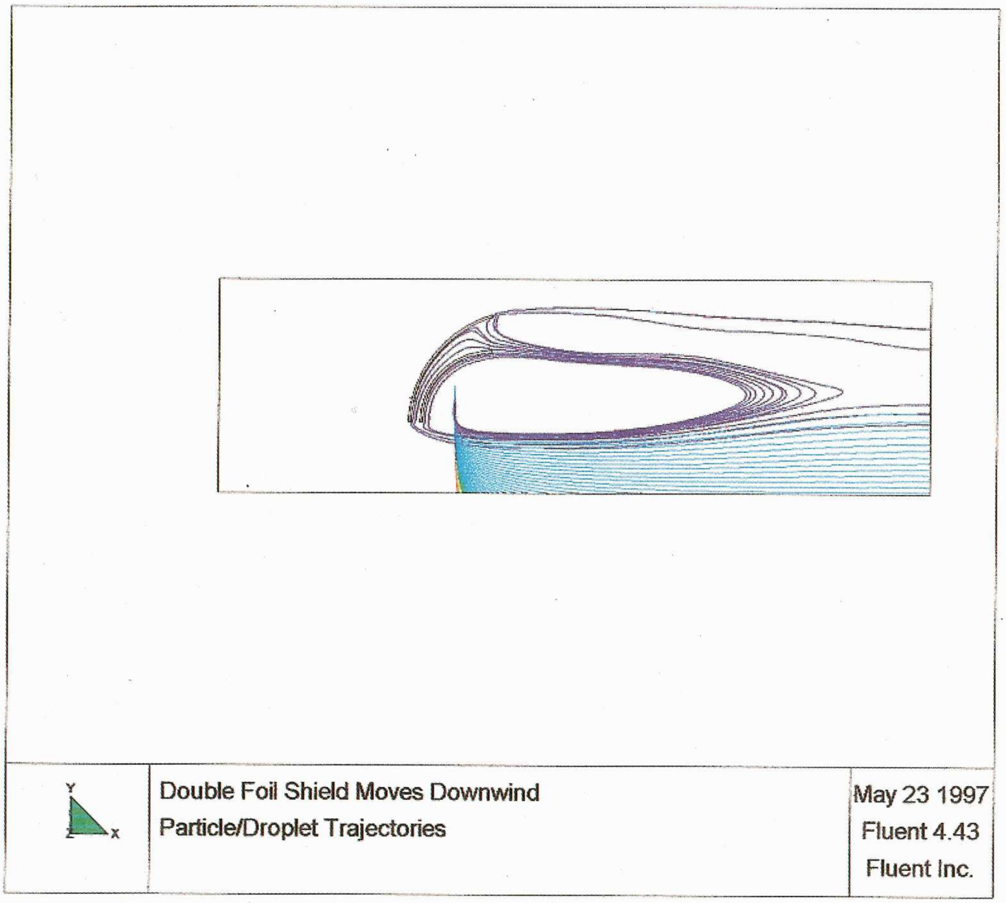

圖 4. 雙弧形薄板屏蔽順風作業於2.68 m/s 行進速度下之霧粒軌跡

Fig. 4. Droplet trajectories when the double foil shield moves downwind at a travel speed of 2.68 m/s.

間之開口，而隨屏蔽下方之高速氣流飛揚；另外部份小霧粒則穿越低速度區隨屏蔽上方之高速氣流飛揚；其餘之霧粒則沈積附著於屏蔽上。

圖 3 中亦顯示順風作業時不同行進速度下於屏蔽上霧粒之沈積附著，當前進速度在1.79與2.24 m/s 時，雙弧形薄板屏蔽似乎比於其他前進速度時有較多之霧粒附著，其意味著風速 6 m/s 與屏蔽行進速度在1.79或2.24 m/s 時之相對速度（大約 4 m/s）比於其他行進速度下之相對速度較容易使雙弧形薄板屏蔽因霧粒附著而變濕；至於逆風作業於雙弧形薄板屏蔽上並無霧粒附著之情形。

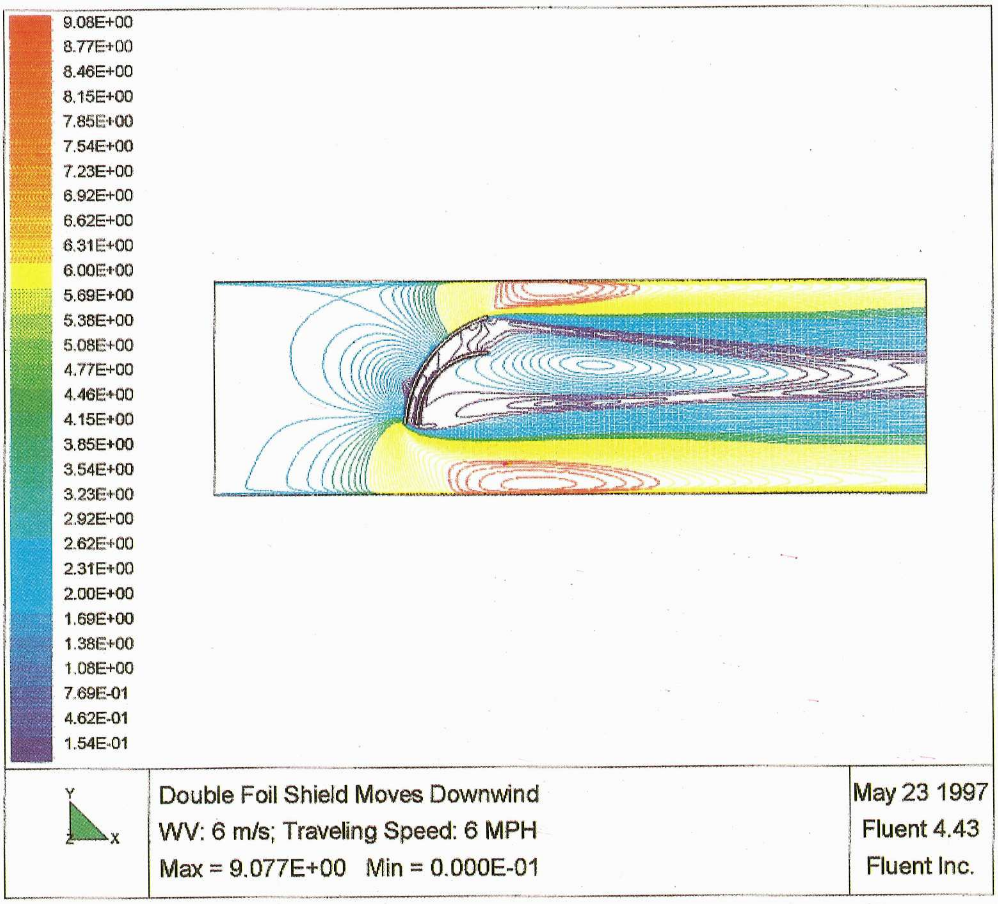

圖 5. 雙弧形薄板屏蔽順風作業於2.68 m/s 行進速度下之流場

Fig. 5. Flow field of the double foil shield moving downwind at a travel speed of 2.68 m/s.

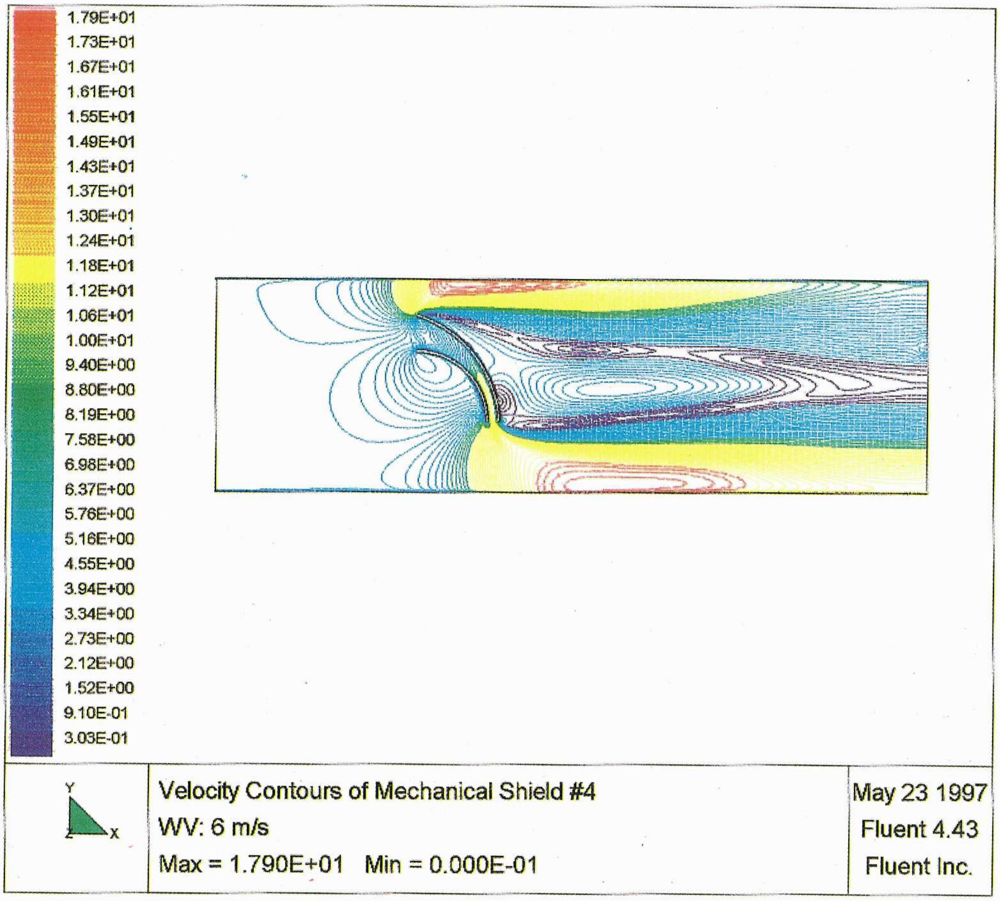

圖 6. 靜止雙弧形薄板屏蔽之流場

Fig. 6. Flow field of the stationary double foil shield.

二、機械式與氣流式噴霧屏蔽行進性能之比較

爲像二維度氣流中噴霧屏蔽行進性能之模擬般清楚顯現三維度氣流中噴霧屏蔽之流場，其流場係以於 X-Y 平面上之截面視圖加以顯示，圖 7 與圖 8 分別顯示雙弧形薄板屏蔽逆風與順風移動作業時對應流場之截面視圖，如圖所示兩流場形式相類似就像一般噴霧屏蔽之流場一樣，於屏蔽正後方產生一低速度區，然而兩者之低速度區卻有點不一樣，亦即逆風作業之低速度區往後下方延伸，而順風作業之低速度區往後上方延伸，此亦爲兩種作業方式下霧粒釋放時是否飛揚而成爲噴霧飄移之主要差異因素。圖 9 與圖10分別顯示雙弧形薄板屏蔽逆風與順風前進作業時之霧粒軌跡，類似前述二維度之模擬，小霧粒很明顯地於順風作業時比於逆風作業時被飛揚得較嚴重。至於氣流式屏蔽，其於逆風與順

風行進作業之流場與霧粒軌跡分別呈現於圖11至圖14中，從這些圖中可知，氣流式屏蔽在逆風與順風兩種作業情形下均顯現極佳控制噴霧飄移之性能。表 2 列示比較三維度氣流中屏蔽行進中性能之模擬結果，並以圖形呈現並說明於圖15中，從此圖可知，平均而言雙弧形薄板屏蔽分別於逆風與順風情形下以1.34 m/s 之行進速度作業時，可提供相較於傳統逆風向下噴霧達60.6%與29.3%之減低飄移效果，有趣的是具最佳操作設定（氣流速度40 m/s、氣流流量1.7m³/s/m 與氣流角度15度）之氣流式屏蔽於1.34m/s 行進速度下，不管是逆風或順風作業都提供減低飄移之完全控制，另外，由於無實體結構位於由噴頭產生之噴霧附近，氣流式屏蔽並無霧粒附著於屏蔽上之問題。

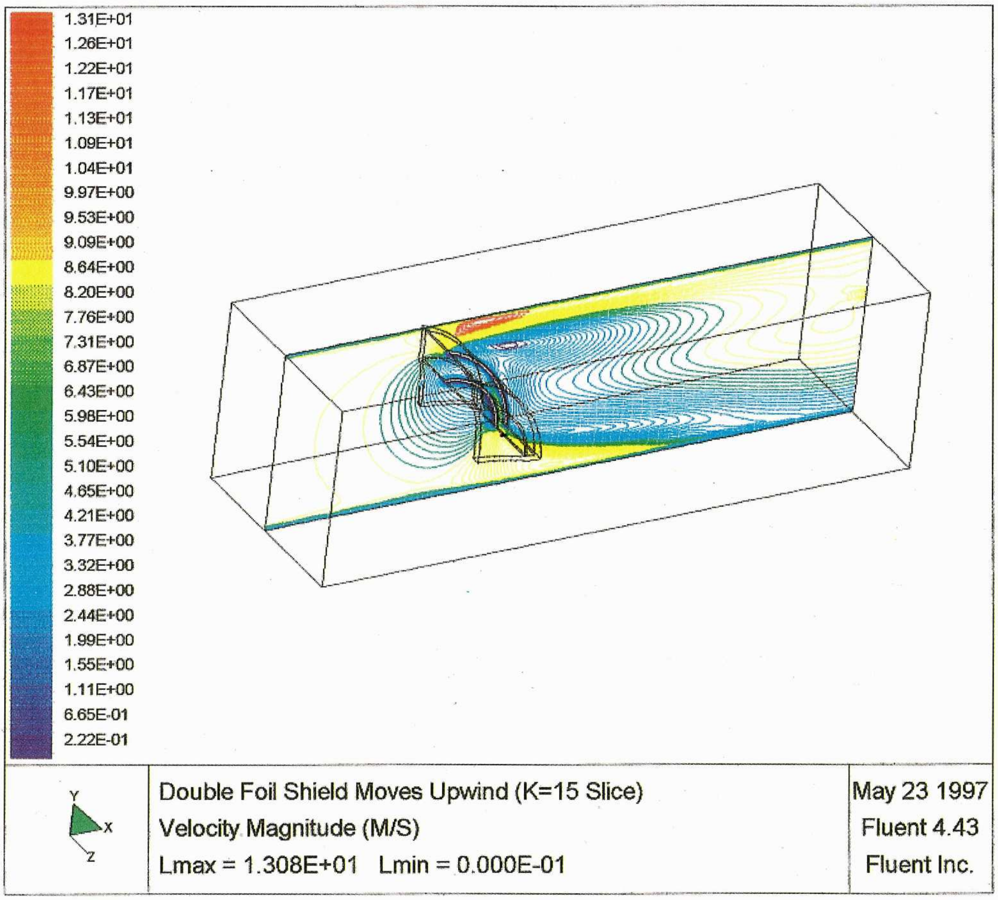

圖 7. 三維度氣流中雙弧形薄板屏蔽逆風作業之流場

Fig. 7. Flow field of the double foil shield moving upwind in three dimensional flow.

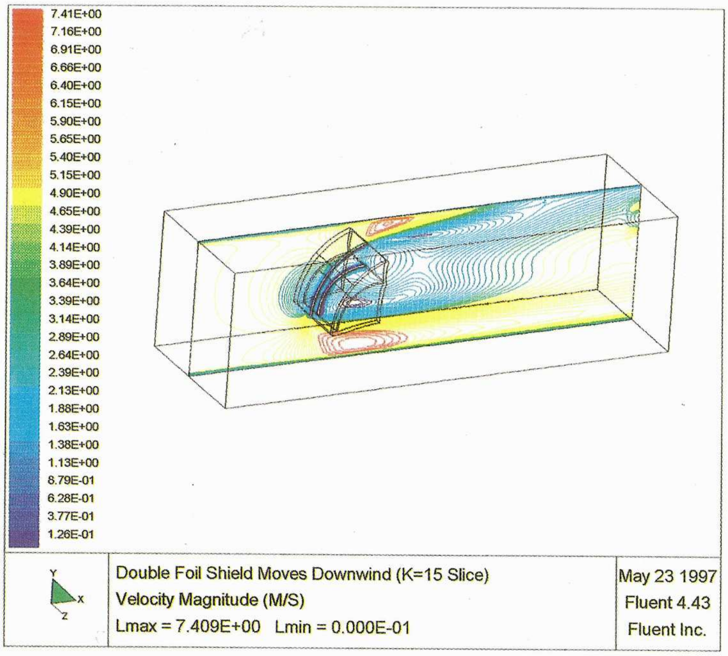

圖 8. 三維度氣流中雙弧形薄板屏蔽順風作業之流場

Fig. 8. Flow field of the double foil shield moving downwind in three dimensional flow.

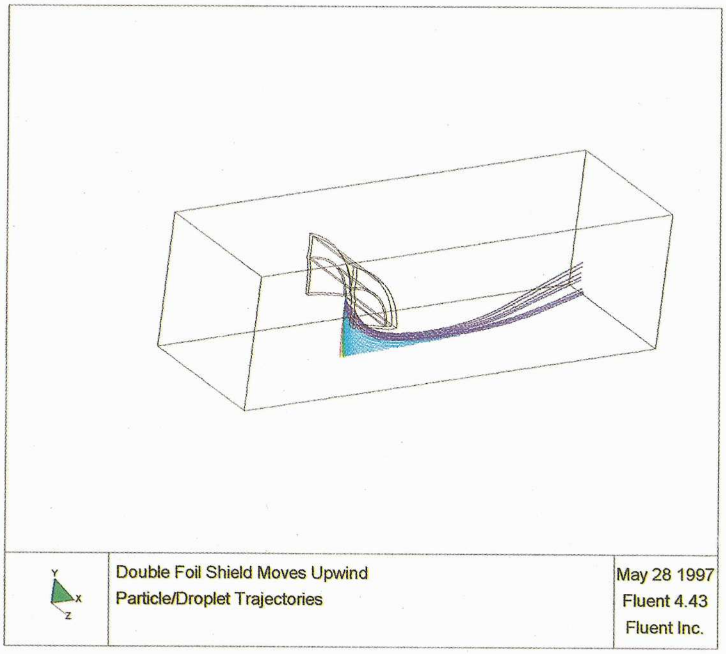

圖 9. 三維度氣流中雙弧形薄板屏蔽逆風作業之霧粒軌跡

Fig. 9. Droplet trajectories of the double foil shield moving upwind in three dimensional flow.

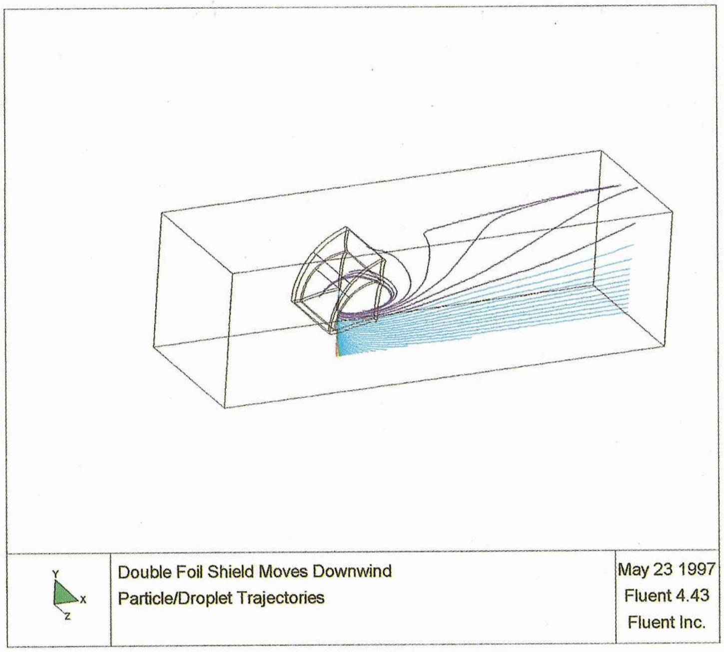

圖 10. 三維度氣流中雙弧形薄板屏蔽順風作業之霧粒軌跡

Fig. 10. Droplet trajectories of the double foil shield moving downwind in three dimensional flow.

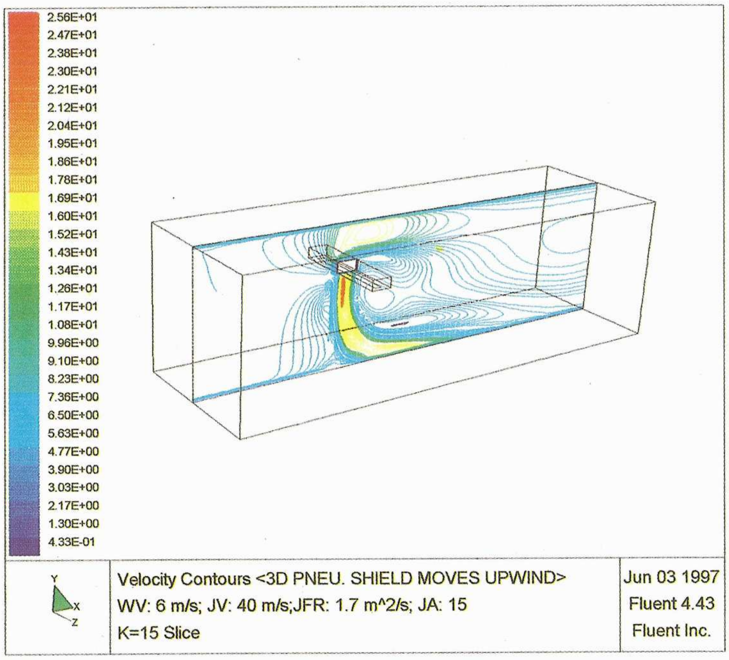

圖 11. 三維度氣流中氣流屏蔽逆風作業之流場

Fig. 11. Flow field of the pneumatic shield moving npwind in three dimensional flow.

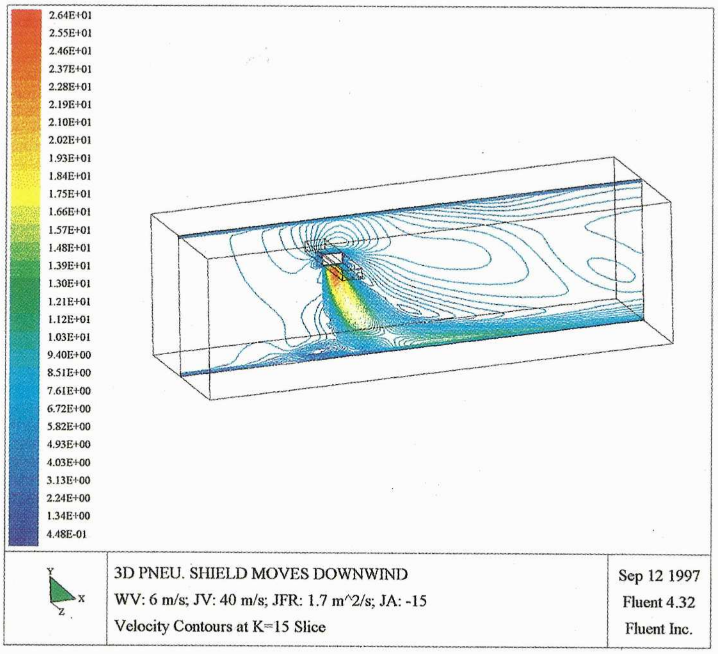

圖 12. 三維度氣流中氣流屏蔽順風作業之流場

Fig. 12. Flow field of the pneumatic shield moving downwind in three dimensional flow.

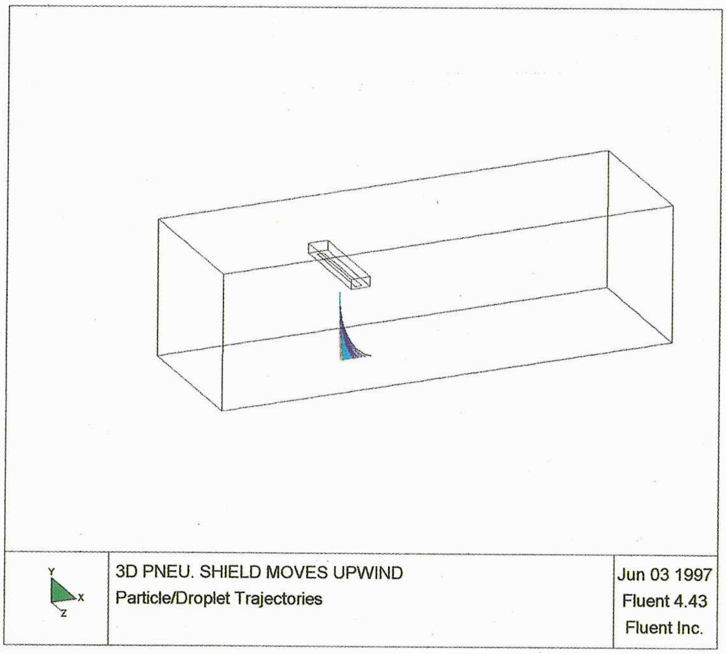

圖 13. 三維度氣流中氣流屏蔽逆風作業之霧粒軌跡

Fig. 13. Droplet trajectories of the pneumatic shield moving upwind in three dimensional flow.

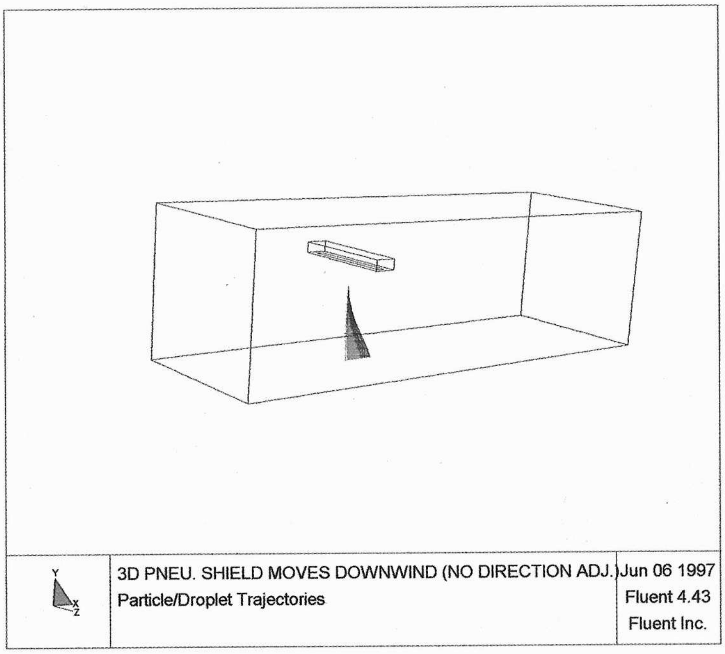

圖 14. 三維度氣流中氣流屏蔽順風作業之霧粒軌跡

Fig. 14. Droplet trajectories of the pneumatic shield moving downwind in three dimensional flow.

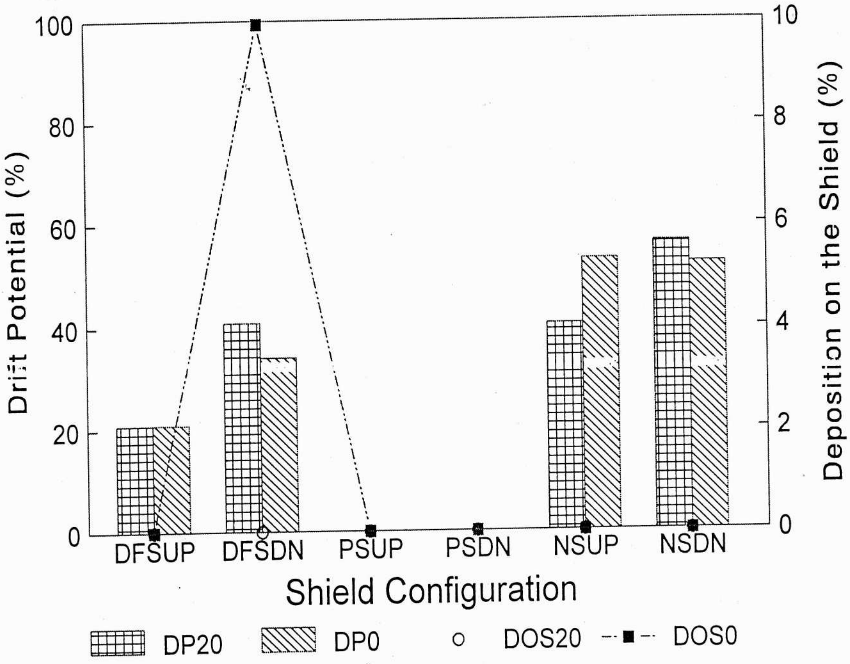

圖 15. 三維度氣流中行進屏蔽之性能比較

Fig. 15. Performance comparison of moving shields in three dimensional flow.

表 2. 比較三維度氣流中屏蔽逆風或順風行進作業之模擬結果

Table 2. Simulation results for comparing three dimensional shields moving upwind or downwind.

	DP[u]-20[r]	DP-0[q]	DOF[t]-20	DOF-0	DOS[s]-20	DOS-0
DFS[z]-UP[w]	20.854	20.892	76.881	77.001	0	0
DFS-DN[v]	40.902	34.099	53.083	51.302	0	9.941
PS[y]-UP	0	0	99.396	99.492	0	0
PS-DN	0	0	98.996	99.29	0	0
NS[x]-UP	40.484	53.043	57.208	44.766	0	0
NS-DN	56.389	52.264	40.503	44.774	0	0

[z] DFS-Double Foil Shield; [y]PS-Pneumatic Shield; [x]NS-No Shield
[w] UP-UPwind traveling; [v]DN-DowNwind travling
[u] DP-Drift Potential (%)
[t] DOF-Deposition On the Floor (%)
[s] DOS-Deposition On Shield (%)
[r] 20, [q]0-Droplet Release Angle (Degree)

結 論

一、風速與噴霧機行進速度間區域相對速度在控制行進中噴霧機之噴霧飄移上扮演重要角色，區域相對速度愈大，飄移潛勢愈大。傳統噴霧由於區域相對速度之影響，當噴霧機逆風作業時飄移潛勢隨行進速度之增加而略微增加，但當噴霧機順風作業時只要噴霧機行進速度小於風速，飄移潛勢係隨行進速度之增加反而降低；行進中雙弧形薄板屏蔽之模擬噴霧也顯現相同趨勢之飄移潛勢變化，唯有一例外情況。

二、違反共同趨勢之例外情況可能意味著，行進速度在2.68 m/s 之逆風作業下，雙弧形薄板屏蔽所誘引之氣流凌駕風速與移動屏蔽間區域相對速度之影響。

三、雙弧形薄板屏蔽對於降低飄移之表現，不管是逆風或順風作業都比無屏蔽噴霧來得佳，而逆風作業顯然比順風作業有較低之飄移潛勢，除了區域相對速度之影響外，順風作業時無屏蔽誘引氣流以資抑制小霧粒之飄移乃另一原因。

四、順風作業時，風速 6 m/s 與屏蔽行進速度在1,79或2,24m／s時之相對速度（約 4 m/s）比其他行進速度下之相對速度較容易使雙弧形薄板屏蔽因霧粒附著而變濕；而逆風作業時，於雙弧形薄板屏蔽上並無霧粒附著之情形。

五、比較三維度氣流中屏蔽性能之模擬結果顯示雙弧形薄板屏蔽分別於逆風與順風情形下以1.34 m/s 之行進速度作業時，可提供相較於傳統逆風向下噴霧達60.6%與29.3%之減低飄移效果；而具最佳操作設定之氣流屏蔽於1.34 m/s 行進速度下，不管是逆風或順風作業都提供減低飄移之完全控制。

誌 謝

本研究蒙美國俄亥俄州州立大學農業試驗與發展中心（OARDC/OSU）及美國農部農業研究服務農藥施用技術研究單位（USDA-ARS Application Technology Research Unit）提供模擬所需之軟硬體，始得以完成，特此誌謝。

引用文獻

1. 蔡致榮與 H. E. Ozkan。1998。氣流屏蔽式施藥系統之設計評估。 中華農業研究47(1)：印刷中。
2. Courshee, R. J. 1959. Investigation of Spray drift. part II: the occurrence of drift. Journal of Agricultural Engineering Research 4(3)：229—241.
3. Fehringer, R. J. and R. A. Cavaletto. 1990. Spray drift reduction with shrouded boom sprayers. ASAE Paper No. 90—1008, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
4. FLUENT Incorporated. 1995. FLUENT user's guide. Version 4.3 Fluent Incorporated, Centerra Resource Park, 10 Cavendish Court, Lebanon, NH 03766.
5. French, H., P. Alexander and B. Young. 1993. Adoption by farmers of shielded boom technology to reduce chemical drift from boom sprays. Department of Agriculture, Victoria, Food Research Institute, Sneydes Rd., Werribee VIC 3030, Australia.
6. Hinze, J. O. 1975. Turbulence. McGraw-Hill Book Company, New York.
7. Maybank, J., S. R. Shewchuk and K. Wallace. 1991. The use of shielded nozzles to reduce off-target herbicide spray drift. Canadian Agricultural Engineering 32：235—241.
8. Morsi, S. A. and A. J. Alexander. 1972. An investigation of particle trajectories in two-phase flow systems. Journal of Fluid Mechanics 55(2)：193—208.
9. Ozkan, H. E., A. Miralles, H. Zhu, D. R. Reichard and R. D. Fox. 1996. Shields to reduce spray drift. ASAE Paper No. 96-1077, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
10. Ranz, W. E. and W. R. Jr. Marshall. 1952. Evaporation from drops. Part II Chemical Engineering Progress 48(4)：173—180.
11. Rhee, J., B. W. Young and L. E. Bode. 1990. Transport of spray droplets from flat-fan nozzles. ASAE Paper No. 90-1001, ASAE, St. Joseph, MI 49085.
12. Smith, D. B., F. D. Harris and B. J. Butler. 1982. Shielded sprayer boom to reduce drift. Transactions of the ASAE 25(5)：1136—1140，1147.
13. Tsay, J. R. 1997. Effect of pneumatic and mechanical shields on spray deposition and drift. Ph. D. dissertation, The Ohio State University, Columbus, Ohio, USA.
14. Walklate, P. J., K. L. Weiner and C. S. Parkin. 1993. Computational fluid dynamics: a tool for evaluating air assistance sprayer design concepts. ANPP-BCPC-Second International Symposium on Pesticides Application Techniques pp 101—108.
15. Wolf, T. M., R. Grover, K. Wallace, S. R. Shewchuk and J. Maybank. 1993. Effect of protective shields on drift and deposition characteristics of field sprayers. Canadian Journal of Plant Science 73：1261—1273.
16. Young, B. W. 1990. Droplet dynamics in hydraulic nozzle spray clouds. Formulations and Application Systerns：10th Volune, ASTM STP1078, Edited by Bode, L. E., Hazen, J. L. and Chasin, D. G. American Society for Testing and Materials, Philadelphia, US. pp 142—155.

Effect of Moving Shields by Simulation[1]

Jyh-Rong Tsay[2] and H. Erdal Ozkan[3]

Summary

Most wind tunnel experiments pertaining to shielded spraying were conducted under stationary conditions. As to field experiments, the interest was always focused on the investigation of drift amount. No information about the effect of a moving shield is available, not to mention the effect of travel speed and travel direction on the drift reduction. In this study, by using a computational fluid dynamics software, FLUENT, the double foil shield was used to investigate the effect of a moving shield on drift reduction under different travel speeds and travel directions (upwind and downwind). Related information of conventional spraying without shields was included. Also, the moving effect of mechanical and pneumatic shields in a three dimensional flow with only one droplet release nozzle was further compared. Main conclusions drawn from this study were as follows. Local relative velocity plays an important role on controlling drift potential of a moving sprayer. The higher the local relative velocity, the greater the drift potential. When the sprayer moves upwind, drift potential increases slightly with an increased travel speed. However, when the sprayer moves downwind, drift potential decreases inversely with an increased travel speed as long as travel speed is less than wind velocity. For the double foil shield, moving upwind produced less drift potential than moving downwind. Simulation results for comparing three dimensional shields showed that the double foil shield provided a drift reduction of 60.6% and 29.3% over the conventional spraying when traveling upwind and downwind, respectively, at a speed of 1.34 m/s. The moving pneumatic shield with the best operating setting provided an excellent control in drift reduction for both upwind and downwind traveling at a speed of 1.34 m/s.

Key words : Moving shield , CFD simulation, FLUENT.

---

1. Contribution No. 1922 from Taiwan Agricultural Research Institute.
2. Assistant Researcher, Department of Agricultural Engineering, TARI, Wufeng, Taichung, Taiwan, ROC.
3. Professor, Department of Food, Agricultural and Biological Engineering, Ohio State University, Columbus, OH 43210, USA.

中華農業研究稿約

一、本刊爲臺灣省農業試驗所發行之學術性季刊，刊登農業試驗研究相關之研究報告及研究簡報。

二、來稿可用中文或英文撰寫，包括原稿一份及影本二份（內各附照片原圖）。稿件以未在其他刊物發表者爲限。稿紙以 A4紙張（長29.6公分，寬21公分）打字列印，每頁以不超過二十五行爲原則，上下應預留3公分，左右2公分空間，以便審查。

三、來稿經編審委員會審查合格後刊登，由本刊印贈抽印本50本；彩色頁印刷及抽印本加印份數，由投稿人員負擔印製費用。

四、稿件格式請依以下說明繕打：

㈠第一頁爲中文稿之中英文題目、作者之中英文姓名；英文稿之英中文題目、作者之英中文姓名。英文題目除介系詞、連接詞等字外，每字第一字母應大寫；英文姓名：名字在前，姓氏在後，作者二人或二人以上，最後一人前加〝and〞字樣，其表示方法如 Chen-Seng Huang, Chen-Chang Chen and Chyr-Guan Chern。

㈡第二頁爲中（英）文稿之中（英）文摘要與關鍵詞。中、英文摘要均不分段落。中文摘要以不超過五百字，英文摘要（Summary）以不超過三百字爲原則。關鍵詞（Key words）不能超過五個，每個英文關鍵詞第一字母應大寫，其表示方法如 Key words：Heritability, Indirect selection.

㈢第三頁爲中(英)文稿之英(中)文摘要與關鍵詞。中、英文摘要與關鍵詞書寫方式比照上項辦理。

㈣第四頁爲臺灣省農業試驗所研究報告刊登之編號（編號贈空）、作者之註脚，如通信作者、發表場合、服務機關、及其他相關事項等，以小號數字表示順序。

㈤第五頁起爲本文，依序爲前言（INTRODUCTION）、材料與方法（MATERIALS AND METHODS）、結果（RESULTS）、討論（DISCUSSION）、誌謝（ACKNOWLEDGEMENTS，含計畫編號）、引用文獻（REFERENCES）、表、圖之說明（LEGEND）及圖，其中結果及討論兩項可合併爲「結果與討論（RESULTS AND DISCUSSION）」；研究簡報則不分章節，內容簡短，以不超過四印刷頁爲度（約6,000字）。農推、農經研究報告參考本方法書寫。

㈥表格應注意事項：

1. 表格應分別繕製，上方須有標題，並加表1（Table 1.），表2（Table 2.）等冠號。
2. 中文稿之表格標題應中英文並列，冠號與表幅齊頭，表內項目及內容以英文書寫。英文標題及各欄英文細目，除第一字之第一字母大寫外，餘均小寫。
3. 表中加註，需以 z, y, x, ……等縮小小寫字母置於右上角，並於表下依該縮小小寫字母逐次敍述。
4. 表格僅列橫線，直線全免。
5. 每一表格應在文中標示清楚，以便對照。

㈦圖片及照片應注意事項：

1. 挿圖（需爲封閉方格，正方形或長方形）以黑色墨水分別繪製在繪圖紙或描繪紙（白色透明紙）上。如以電腦繪圖，請以鐳射印表機或同規格之印表機列印，力求清晰。
2. 圖中加註者，應於圖說明中註明。
3. 照片以光面紙爲原則，清晰度以縮小50％可判讀爲宜；多幅照片儘量製成併版；如有特別指明，應加圈或箭頭表明；顯微照相，應加比例尺大小；照片大小以不超過版面（25cm×18 cm）爲宜。

4. 圖片及照片下方應有標題及說明，並加圖1 （Fig. 1.） ，圖2 （Fig. 2.）等冠號；中文稿應中英文併寫，力求簡短。
5. 照片、圖片背面應註上冠號及作者姓名，以免排印錯誤。
6. 每一圖片應在文中標示清楚，以便對照。

(八)引用文獻注意事項：

1. 中、日文文獻以作者姓氏筆劃爲序，英文文獻以姓氏之字母爲序。中日韓英文併陳時，中文在前，日、韓文居次，英文隨後，其中作者相同，以年代爲序；同一作者同一年代之不同文獻，則增列 a, b, c 等區分。作者二位時，中、日、韓文文獻以〝和〞連接，英文文獻以〝and〞連接；作者三位或以上時，中、日、韓文文獻於第一作者後加〝等〞，英文文獻加〝*et al.*〞。
2. 英文稿內之引用文獻中若有原始文獻爲中文者，請採用英文；其他語文文獻，請自行轉譯爲英文。
3. 西文雜誌名須用縮寫，其縮寫方式根據美國出版之“Biological Abstracts”雜誌規定，中日文雜誌用全名。
4. 排序後之引用文獻前加註1，2，3，……等序號；本文內容註明引用文獻出處時，直接以[1]或[1,2,3]等小號字表示。
5. 文獻的書寫範例如下：

(1)文獻出自學術性刊物

1. 陳隆澤、胡念才。1983。水稻品種（系）對稻熱病抵抗性反應之研究。中華農業研究 32：1-13。
2. Hsu, S. H., T. Y. Chung, T. C. Kuo and S. F. Wang. 1992. Studies on the micro-climate of greenhouse. I. Light environment of greenhouse (in Chinese). J. Agric. Assoc. China 157：34-43.
3. Weng, J. H. 1992. CO_2 exchange characteristics of C_3 and C_4 vegetable crops in response to light and nitrogen (in Chinese). J. Agric. Assoc. China 157：21-33.

(2)文獻出自著作性書籍

1. 楊清白。1980。家畜飼料學。74-108頁。藝軒。臺北。
2. Sung, J. M. 1991. Nitrogen Metabolism of Rice. p.100. Chinese Agronomy Press, Taipei.

(3)文獻出自編輯性書籍

1. Lo, W. S. 1991.The effect of calcium on nitrogen metabolism pp. 100—110. in: Biology of Rice. (Sung, J. M. and D. J. Liu, eds.) Chinese Agronomy Press, Taipei.

(九)文字敍述之號次以下列爲序：

1. 中文用：一. (一) 1. (1) ①
2. 英文用：I. i A. a.

(十)單位採用 SI units 爲準，不另加中文。統計分析顯著性應加註說明。

(十一)生物學名應於下方加底線，以便排斜體字。

五、稿件內容務須依照上列規定格式書寫，並勿一稿兩投；本刊編輯委員保有修改與退稿之權利。

六、文稿經本刊接受後，由作者負責前二校；非經本刊同意不得轉載。

七、其他未盡事宜得隨時修正或補充。

中華農業研究

第四十六卷　目　次

方尙仁、張秀惠、施錫彬——一種樹豆新害蟲—Arytaina yangi（半翅目：木蝨總科：木蝨科）（英文）…………383
王子慶、謝慶昌、林德勝——甜楊桃果實外銷適性之研究 ……………………………………278
王昭月、范明仁、羅舜芳——利用 RAPD 分子標誌估測番椒屬種原歧異性之研究 ……………314
王清玲——臺灣薊馬之種類（4）…………………………………………………………347
何琦琛、羅幹成、陳文華——臺灣農作物上之葉蟎種類 ……………………………………333
吳繼光、林素禎、張秀月、邱春華、林淑媛——氣霧式叢枝內生菌根種源生產技術之研究 ………190
呂坤泉、葉茂生、楊金興、盧煌勝——不同基因型、栽培密度及收穫期對落花生產量及品質的影響 ………116
呂坤泉、葉茂生、楊金興、盧煌勝——不同基因型、栽培密度及收穫期對落花生莢果成熟度的影響 ………132
宋家瑋、歐錫坤——低需冷量桃樹果實發育所需的熱量時間…………………………………42
李艷琪、連　深——有機質肥料之主成分含量及其變異 ……………………………………181
周樑鎰——臺灣嚙蟲目（昆蟲綱）名錄 ………………………………………………………377
邱輝龍、張武男、林深林、范明仁——苗齡對番茄穴盤苗生育與早期產量之影響 ………………305
胡敏夫、劉慧瑛、朱戩良、劉新裕——仙草品系間農藝性狀與化學組成分之比較……………………32
張明暉、向爲民、簡宣裕、黃維廷——廢棄菇類木屑堆肥應用於洋香瓜育苗介質之評估………………60
郭益全、偉伯比爾、史譚索詹姆士——白米直鏈澱粉含量與澱粉崩解黏度之世代平均值法遺傳研究（英文）…………99
郭益全、偉伯比爾、史譚索詹姆士——白米食用與加工品質性狀之 Griffing 與 Hayman 氏全互交變方分析(英文) 15
陳烈夫、呂椿棠、呂秀英——水芋葉面積指數動態的季節性變異 ……………………………262
彭金騰——不同樹種來源單獨與混合木屑對杏鮑菇瓶栽生產影響之研究………………………………51
程永雄、莊明富、許淑麗——囊叢枝菌根菌對柑橘生長之效應 ………………………………324
黃肇家、潘美惠、王自存——蝴蝶蘭花朶寒害後不同部位之老化、乙烯生成電解質滲漏 …………167
楊純明——酸雨對水稻生長與產量之影響(一)人工模擬酸雨組成份及酸鹼值之差別效應（英文）…………216
楊智凱、劉昆揚——梅子大小分級機構之設計分析 ……………………………………………294
廖英明——香菇新雜交品系「臺農一號」 ……………………………………………………142
劉新裕、張同吳、王昭月、徐原田、胡敏夫——山藥台農二號之生產促進 ………………………249
劉滄棽、林正錺——應用非線性迴歸方法於土壤吸附重金屬動態反應模式之參數設定………………………82
蔡致榮、H.Erdal Ozkan——噴霧屏蔽行進中性能之模擬…………………………………………388
賴明信、陳正昌、郭益全、陳治官、李長沛、曾東海、林英俊——現行水稻推廣品種生產力與氮肥用量之關係
II.氮肥用量對稻米容重及品質之影響………………………………………………………………1
賴建洲、周廷弘、梁連勝——太空包香菇環控立體多層栽培生產之研究 ………………………158
謝光照、何千里、盧煌勝——一年生大芻草與玉米雜交後裔分蘗性與地上部鮮重之表現 ……………241
謝光照、何千里、盧煌勝——多年生大芻草與玉米雜交後裔之分蘗性及地上部鮮重之研究 …………228
簡宣裕、莊作權——廢棄香菇木屑堆肥研製及對小白菜之肥效………………………………………70
羅淑芳、陳一心、李成章、蔡新聲——栽培稻與野生稻之雜交第一代胚培養 ……………………207

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

Contents of Volume 46, 1997

Chan, L.F., C.T.Lu and H.Y.Lu——Seasonal Variation in Leaf Area Index Dynamics for Wetland Taro 〔*Colocasia esculenta* (L.) Schott〕 262

Chang, M.H., W.M. Hsiang, S.Y.Chien and W.T.Huang——Assessment of the Mushroom Waste (Sawdust) Compost as Muskmelon Seed-sowing Media 60

Cheng, Y.H., M.F. Chuang and S.L. Hsu——Effect of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungl on Growth Promotion of Citrus 324

Chien, S.Y. and T.C. Juang——Composting Shiitake Sawdust Waste and the Effects of Applied Composts on the Growth of Brassica Chinensis L. Makino 70

Chiu, H.L., W.N. Chang, S.L. Lin and M.J. Fan——Influence of Seedling Age on Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Plant Growth and Early Yield 305

Chou, L.Y——A List of Psocoptera (Insecta) of Taiwan 377

Fang, S.J., S.H. Chang and H.P. Shih——*Arytaina yangi* (Hemiptera, Psylloidea, Psyllidae), a New Pest of *Cajanus cajan* 383

Ho, C.C., K.C. Lo and W.H. Chen——Spider Mites (Acari : Tetranychidae) on Various Crops in Taiwan 333

Hu,M.F., H.I. Liu, C.L. Chu and S.Y. Liu——Comparision of Agronomic Characteristics and Chemical Compositions among Different Hsian-tsao Strains (*Mesona Procumbens* Hemsl) 32

Huang, C.C., M.H. Pan and T.T. Wang——Senescence, Ethylene Production and Electrolyte Leakage of Different Portions of Chilled *Phalaenopsis* Flower 167

Kuo, Y.C., B.D. Webb and J.W. Stansel——Genetic Studies on Amylose Content and Amylographic Breakdown Viscosity of Milled Rice by Means of Generation Mean Analysis 99

Kuo, Y.C., B.D. Webb and J.W. Stansel——Griffing and Hayman Diallel Analysis of Variance for Eating and Processing Quality Parameters of Milled Rice 15

Lai, C.C., T.H. Chou and L.S. Liang——A Study on Multi-floor Culture of Shiitake in Sawdust Bags under Environmental Control 158

Lai, M.H., C.C. Chen, Y.C.Kuo, C.G. Chen, C.P. Li, T.H. Tseng and Y.C. Lin——The Relationship between Grain Productivity and Nitrogen-fertilizer Rete of Currently Cultivated Rice Cultivars
II. The Effects of Different Nitrogen Rates on Volume Weight and Quality Traits in Rice 1

Lee, Y.C. and S. Lian——Contents and Variations of the Major Constituents in the Organic Manures in Taiwan 181

Liao, Y.M.——The New Hybrid Strain of Shiitake "Tainung No.1" 142

Liu, S.Y., T.W. Chang, J.J. Wang, Y.T. Shyu and M.F. Hu——Production Improvement of Yam Variety Tainung No.2 249

Liu, T.S. and C.F. Lin——Application of Non-Linerar-regression Method in the Determination of Parameters of Kinetic Adsorption Model of Heavy Metal in Soil 82

Lo, S.F., Y.S. Chen, C.C. Li and H.S. Tsay——*In Vitro* Culture of Immature F1

Embryos of *Oryza sativa* × *O. Officinalis* ········207
Lu, K.C., M.S. Yeh, K.H. Yang and H.S. Lu——Effects of Genotype, Plant Density and Harvest Date on Pod Maturity of Peanut ········132
Lu, K.C., M.S. Yeh, K.H. Yang and H.S. Lu——Effects of Genotype, Population Density and Harvest Date on Yield and Quality of Peanut ········116
Peng, J.T.——Study on the Effects of Single and Mixed Sawdusts of Different Origins on the Production of *Pleurotus Eryngii* ········51
Shieh, G.J., C.L. Ho and H.S. Lu——Studies on the Tillering Behavior and Above Ground Fresh Weight of Maize and Perennial Diploid Teosinte and Their Progenies ········228
Shieh, G.J., C.L. Ho and H.S. Lu——Studies on the Tillering Behavior and Above Ground Fresh Weight of Maize and Annul Diploid Teosinte and Their Progenies ········241
Sung, C.W. and S.K. Ou——Thermal Time Required for Fruit Development in Low-chill Peaches ········42
Tsay, J.R. and H.E. Ozkan——Effect of Moving Shields by Simulation ········388
Wang, C.L——Thysanoptera of Taiwan (4) ········347
Wang, J.J., M.J. Fan and S.F. Lo——Genetic Diversity within *Capsicum* Evaluated by Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Markers ········314
Wang, T.C., C.C. Shiesh and D.S. Lin——Studies on Export Suitability of Five Different Carambola Cultivars ········278
Wu, C.G., S.J. Lin, H.Y. Chang, C.F. Chiu and S.Y. Lin——Spore Production VA Mycorrhizal Fungi in Aeroponic System ········190
Yang, C.K. and K.Y. Liu——Design and Analysis of Grading Mechanism for Plum Sizing Machine ········294
Yand, C.M——Growth and Yield Responses of Rice to Acid Rain. I. Sensitivity to Composition and pH of Simulated Acidic Medium ········216

中 華 農 業 研 究

第四十六卷　　第 四 期

中華民國八十六年十二月出版

發 行 人：林 俊 義

總 編 輯：廖 慶 樑

編審委員：

農藝組：盧 煌 勝（主審）
王 強 生　呂 秀 英　郭 益 全　陳 一 心
楊 純 明　劉 大 江　劉 新 裕　蔡 新 聲

園藝組：蕭 吉 雄（主審）
王 德 男　施 昭 彰　徐 信 次　劉 政 道
歐 錫 坤

農化組：林 木 連（主審）
王 鐘 和　吳 繼 光　郭 鴻 裕　劉 慧 瑛

植病組：彭 金 騰（主審）
安 寶 貞　林 正 忠　張 清 安　程 永 雄
蔡 武 雄

昆蟲組：羅 幹 成（主審）
王 清 玲　何 琦 琛　周 樑 鎰　陳 炳 輝
陳 健 忠　鄭　允　鄭 清 煥

農機組：梁 連 勝（主審）
黃 禮 棟　賴 建 洲

另聘請農業評議委員或各大學院校有關學者專家擔任審查委員。

Vol. 46, No. 4 Dec. 1997

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

PUBLISHER : Director, Chien-Yih Lin

EDITOR IN CHIEF : Ching-Liang Liaw

EDITORIAL BOARD :

Chi-Hsiung Hsiao (Horticulture)
Mu-Lien Lin (Agri. Chemistry)
Lien-Sheng Liang (Agri. Engineering)
Kang-Chen Lo (Applied Zoology)
Hung-Shung Lu (Agronomy)
Jin-Torng Peng (Plant Pathology)

EDITORIAL ADVISORY BOARD :

Pao-Jin Ann
Chin-An Chang
Bing-Huei Chen
Chien-Chung Chen
Yi-Shin Chen
Ching-Huan Cheng
Edward Yun Cheng
Yung-Hsiung Cheng
Liang-Yih Chou
Horng-Yuh Guo
Chyi-Chen Ho
Hsin-Tszu Hsu
Li-Duhng Huarng
Yih-Chuan Kuo
Chien-Chou Lai
Cheng-Chung Lin
Tsung-Dao Liou
Dah-Jiang Liu
Huey-Ing Liu
Sin-Yie Liu
Hsiu-Ying Lu
Shyi-Kuan Ou
Jau-Chang Shih
Wu-Hsiung Tsai
Hsin-Sheng Tsay
Chan-Sen Wang
Chin-Ling Wang
Chong-Ho Wang
Der-Nung Wang
Chi-Guang Wu
Chwen-Ming Yang

Reviewers of Related Fields are Invited from Universities, other Research Organizations, and the Evaluation Committee of Agricultural Researches, Taiwan Provincial Department of Agriculture and Forestry.

統一編號
030853860049

行政院新聞局出版事業登記證局版臺省誌字二九八號
中華郵政中臺字第〇三〇九號登記爲雜誌交寄

Vol. 46, No. 4 Dec. 1997

JOURNAL OF AGRICULTURAL RESEARCH OF CHINA

(Formerly Journal of Taiwan Agricultural Research)

CONTENTS

Influence of Seedling Age on Tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) Plant Growth and Early Yield
…Huei-Lung Chiu, Woo-Nang Chang, Shin-Lin Lin and Ming-Jen Fan…305

Genetic Diversity within *Capsicum* Evaluated by Random Amplified Polymorphic DNA (RAPD) Markers
………………………Jau-Jueh Wang, Ming-Jen Fan and Shen-Fang Lo…314

Effect of Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Fungi on Growth Promotion of Citrus
…………………Yung-Hsiung Cheng, Ming-Fuh Chuang and Su-Li Hsu…324

Spider Mites (Acari: Tetranychidae) on Various Crops in Taiwan
………………………Chyi-Chen Ho, Kang-Chen Lo and Wen-Hua Chen…333

Thysanoptera of Taiwan (4) ……………………………………Chin-Ling Wang…347

A List of Psocoptera (Insecta) of Taiwan …………………Liang-Yih Chou…377

Arytaina yangi (Hemiptera, Psylloidea, Psyllidae), a New Pest of *Cajanus cajan* ………Shan-Jen Fang, Shiu-Hui Chang and His-Pin Shih…388

Effect of Moving Shields by Simulation
………………………………………Jyh-Rong Tsay and H. Erdal Ozkan…388

Published by

THE TAIWAN AGRICULTURAL RESEARCH INSTITUTE

Taichung, Taiwan, Republic of China